

2009年度 博士学位請求論文

慢性ストレス状態固定に関する実験的研究

— 非侵襲的生理指標としての睡眠緩衝能の可能性 —

愛知県立大学大学院

コミュニケーション研究科

心理学専攻

加藤 みわ子

2010年 2月申請

2009年度 博士学位請求論文

慢性ストレス状態同定に関する実験的研究
— 非侵襲的生理指標としての唾液緩衝能の可能性 —

愛知淑徳大学大学院

コミュニケーション研究科

心理学専攻

加 藤 み わ 子

目次

序章

第1節	はじめに	p 1
第2節	背景	p 7
第3節	目的	p 32

第1章 ストレス指標としての唾液緩衝能の可能性

第1節	実験1	p 35
第2節	実験2	p 44
第3節	実験3	p 54
第4節	本章の総合考察	p 63

第2章 大学生の蓄積的疲労徴候調査

第1節	蓄積的疲労徴候調査について	p 71
第2節	大学生の長期に亘る試験ストレスが唾液中 MHPG 濃度, HVA 濃度 におよぼす影響	p 77
第3節	学生における自覚された心身の状態の実態調査	p 87
第4節	本章の総合考察	p 93

第3章 蓄積的疲労感と唾液緩衝能

第1節	様々な急性ストレスと唾液緩衝能	p 97
第2節	精神的ストレス： 能動的対処課題	p 129
第3節	精神的ストレス： 受動的対処課題	p 138
第4節	身体的ストレス： 能動的対処課題	p 148
第5節	身体的ストレス： 受動的対処課題	p 155
第6節	本章の総合考察	p 162

第4章 無自覚ストレスと唾液緩衝

第1節	はじめに	p 167
第2節	自覚されないストレスとしての7° ヘッドダウン状態 (7° Head-Down Tilt)の心理的および生理的評価	p 174
第3節	自覚されないストレスとしての7° Head-Down Tilt の 心理的および生理的評価 (II)	p 180
第4節	慢性ストレスと7° HDT(7° Head-down tilt)	p 190
第5節	本章の総合考察	p 197

第5章 ストレスの自覚的軽減と唾液緩衝能

第1節	はじめに	p 201
第2節	情緒的支援行動が運動者におよぼす影響	p 206
第3節	情緒的支援がおよぼすストレス軽減効果	p 215
第4節	他者の支援行動が軽度の運動場面におよぼす精神生理学的影響	p 221
第5節	本章の総合考察	p 234

第6章 総合考察と展望

第1節	唾液緩衝能のストレス指標としての可能性	p 239
第2節	ストレス反応と唾液生理指標	p 244
第3節	慢性化した病態の重炭酸緩衝系	p 249
第4節	唾液緩衝能と慢性ストレスの型	p 265
第5節	慢性ストレス状態の検出	p 269
第6節	慢性ストレス検出・改善プログラム	p 273
第7節	今後の展望	p 281

引用文献

序 論

第 1 節 はじめに

1.1 「ストレス」と現代社会

近年、「ストレス」は現代社会において家庭にも世間にも浸透している概念のひとつである。今や、慢性的な疾患や生活習慣病、心の病、アトピーや喘息、更にはがんに至るまで、「ストレス」が原因であるとテレビや新聞・雑誌で大々的に解説されている。厚生労働白書においても、『心身ともに健康な生活と安心で質の高い効率的な医療の確保等のための施策の推進』の中で、こころの健康は、生活の質を大きく左右する要素であり、ストレスと上手に付き合うことが、身体および、こころの健康を保つため欠かせない要素であるとしている（平成 19 年度版厚生労働白書）。また、同白書においては、過重労働による過労死対策にも重点を置いており、長時間労働による健康障害を防止するため、労働安全衛生法の改正により、2006 年 4 月から、一定以上の時間外・休日労働をおこない、疲労の蓄積が認められる労働者に対する医師による面接指導の実施を事業者に義務づけている。また、これに先駆け 2004 年にも厚生労働省は、“長期間にわたる疲労の蓄積による健康障害や、いわゆる過労自殺などの問題が発生するなど、過重労働による健康障害防止対策やメンタルヘルス対策は大変喫緊の課題である（第一回議事録，2004）”として、メンタルヘルスの緊急性と重要性を訴えている。検討会が発表した「過重労働・メンタルヘルス対策に係る検討の視点（案）」では、「ストレス」の把握とストレス対処の重要性についての論議が大部分を占めているのが現状である。

また、過労死や自死などと同様に、近年、メディアに取り上げられるものに不応症候群がある。中でも摂食障害は、1983 年の米国の歌手、カレン・カーペンターの死によって有名になり、英国の故ダイアナ妃（1961-1997）の告白などによって世界中で注目されるようになった。我が国では、摂食障害患者が 1970 年代から増加しており、摂食障害発症の要因として低い自尊心、不安と隣り合わせの完璧主義、自立の葛藤、同一性の拡散など思春期特有の問題が「ストレス」を生み出し、これに直面した患者はこれらの「ストレス」を現実的に、合理的に解決することの代わりに、不適切なストレス対処行動としてのダイエットによる体重軽減から成功感やセルフコントロールの実感を手に入れようと試みていると考えられる（藤内・矢野・永井・吉田・西村，2002）。以上のように「ストレス」は、勤労者のみならず思春期前後の青少年にも深刻な問題をおよぼす要因として考えられ

はじめており、今や「ストレス」への対応の対象は幼児や乳児にまでおよんでいる。

1.2 「ストレス」と疾患

Table.0-1-1 一般身体疾患に影響を与えている心理的要因（DSM-IVより）

-
- A. 一般身体疾患（第3軸コード番号を付けて記録される）が存在している。
- B. 心理的要因が、以下のうちの一つの形で一般身体疾患に好ましくない影響を与えている。
- (1) その要因が一般身体疾患の経過に影響を与えており、その心理的要因と一般身体疾患の発現、悪化、または回復の遅れと密接な時間的関連があることで示されている。
 - (2) その要因が一般身体疾患の治療を妨げている。
 - (3) その要因が、その人の健康にさらに危険を生じている。
 - (4) ストレス関連性の生理学的反応が、一般身体疾患の症状を発現させ、またはそれを悪化させている。
- ▲心理的要因の内容に基づいて名称を選ぶこと：
(2つ以上の要因が存在している場合には、最も顕著なものを示すこと)
- … [一般身体疾患を示すこと] に影響を与えている精神疾患
(例：心筋梗塞からの回復を遅らせている大うつ病性障害のような第1軸障害)
 - … [一般身体疾患を示すこと] に影響を与えている心理的症状
(例：手術からの回復を遅らせている抑うつ症状；喘息を悪化させている不安)
 - … [一般身体疾患を示すこと] に影響を与えている人格傾向または対処様式
(例：手術の必要性に対するがん患者の病的否認；心循環系疾患に関与している敵対的、心迫的行動)
 - … [一般身体疾患を示すこと] に影響を与えている不適切な保健行動
(例：食べ過ぎ；運動不足；危険な性行為)
 - … [一般身体疾患を示すこと] に影響を与えているストレス関連性の生理学的反応
(例：潰瘍、高血圧、不整脈、または緊張性頭痛のストレスによる悪化)
 - … [一般身体疾患を示すこと] に影響を与えている、他のまたは特定不能の心理的要因
(例：対人関係的、文化的、または宗教的要因)
-

米国精神医学会の疾病分類(DSM-IV)には、一般身体疾患に影響を与えている心理的要因(Psychological Factors Affecting Medical Condition)の項に、潰瘍、高血圧、不整脈、または緊張性頭痛のストレスによる悪化、食べ過ぎ、運動不足、手術からの回復を遅らせている抑うつ状態、喘息を悪化させている不安、手術の必要性に対するがん患者の病的否認、心疾患・循環器疾患に関与している敵対的、心迫的行動などの例が挙げられている(Table.0-1-1)。DSM-IVのこの項から、精神医学においても患者の元々の性格傾向に「ストレス」が加わることで、身体疾患の発現、悪化または治療の妨げや回復遅延などの症例が多くあり、問題視されていることが読み取れる。また、ストレスが交感神経からのニューロペプチド放出をもたらすことで、糖質コルチコイド依存性機序により内臓脂肪を増加

させるという報告もある (Kuo, Kitlinska, Tilan, Li, Baker, Johnson, Lee, Burnett, Fricke, Kvetnansky, Herzog & Zukowska, 2007)。さらに、ストレス応答系の神経ネットワークに投射するもののひとつにオレキシン (Orexin) ニューロンがある。オレキシンは、覚醒の上昇作用のほか、摂食促進作用で知られている。また近年、このオレキシンが交感神経系の活性化や血中のコルチゾール濃度上昇に作用することが明らかにされている (本郷・廣重・豊田, 2007)。これらのことは、誘発されたストレス状態によって、過剰な摂食促進などの食行動変容を起こす可能性と、内臓脂肪増加を招き、メタボリック症候群となる可能性が高いことを示唆している。このように、ストレスと疾患との関連についてもさまざまな報告がなされている。

1.3 ストレスの定義

社会一般に使われている「ストレス」という言葉は、多面的で変動的な非常に曖昧なイメージを持って使用されている。本来ストレスという用語は、物理学・工学から発しており、外から力を加えられた時に生じる「歪み」のことを意味していた。生理心理学あるいは精神生理学では、これを生活体にあてはめ、生体に加えられた何らかの刺激とそれによって生じた生体の「歪み」を区別し、前者をストレッサー、後者をストレス反応という。したがって、Hans Selye (1936)が“ストレスとは生活の味付けである”と言ったように、生体と環境との間に生じるさまざまな「歪み」がストレスであり、それは生活体が「生存」していくことと同義であると考えられる。しかし今日、社会問題として一般に用いられる「ストレス」は、「1) 心身の安全を脅かす環境や刺激, 2) 環境や刺激に対応する心身の諸機能・諸器官の働き, 3) 対応した結果としての心身の状態, の3つの側面から構成され, 1) はストレッサー, 2) はストレス対処ないしストレス状態, 3) はストレス反応」と呼ばれている (小杉, 2003)。

ストレッサーには、騒音、振動、高温などの物理的刺激から、人間関係などの社会的・心理的刺激、あるいは生物的刺激など様々なものが存在し、日常生活において厳密に区別することは困難である。一方、ストレス反応は、心的反応・身体的反応・行動に表する反応の3つに大別される。しかし実際には、これらの反応が単独に現れるのではなく、抑うつ、不安の心的反応から消化器や循環器などの身体反応を伴った病態に至ることもある。また、行動反応である「仕事中毒」「バーンアウト症候群」などの依存型行動に陥り、挫

折感や焦燥感からうつ病や心臓発作、自殺などの悲劇を招く場合もある。これが、いわゆる疲労の蓄積による健康障害であり、過労死である。このように、慢性にせよ急性にせよストレスがある限度を超えて出現すると、何らかのストレス反応を起こすと考えられていることが知られている（Takenaka, 1992）。しかしながら、現代社会に生きる私たちは大であれ小であれ、このストレスから完全に逃れることはほぼ不可能である。したがって、これからの私たちに求められることは、このストレスおよびストレス反応を各個人に適した方法で自己管理していくことであると言えるであろう。

1.4 ストレスマネジメント

ストレスおよびストレス反応の自己管理および他者把握のことを「メンタルヘルス」あるいは「ストレスマネジメント」と呼ぶ。前述したように厚生労働省は、メンタルヘルス対策に関する一層の取組みが重要な課題となっている中で新しい指針を提案した（「心身ともに健康な生活と安心で質の高い効率的な医療の確保等のための施策の推進」第2章第4節）。この指針は、事業場における労働者の心の健康の保持増進を図るため、事業者がおこなうことが望ましいストレスマネジメントの具体的実施方法を総合的に示したものである。同指針では、心の健康づくりに関する問題点を解決する具体的な方法等を定めた「心の健康づくり計画」を事業者が策定し、同計画に基づき、次の4つのケアを継続的かつ計画的におこなうことが重要であるとしている。

① セルフケア

労働者が自らおこなうストレスへの気づきと対処

② ラインによるケア

管理監督者がおこなう職場環境等の改善と相談への対応

③ 事業場内産業保健スタッフ等によるケア

事業場内の産業医等による心の健康づくり計画の推進等

④ 事業場外資源によるケア

事業場外の専門機関を活用した労働者からの相談対応等

厚生労働省は、その後も精神障害等による労災補償の請求件数、認定件数ともに増加傾向にあるなど心の健康問題が労働者、その家族、事業場および社会に与える影響がますます

す大きくなっている状況を踏まえ、2006年3月に労働安全衛生法に基づく「労働者の心の健康の保持増進のための指針」を策定した。

先行研究においても、ストレスマネジメントおよびストレス軽減には、

- ① ストレッサーへの気づき：認知
- ② ストレス反応（生体反応）への気づき：認知
- ③ ストレス反応を抑える技法の習得：対処

の3項目が重要であるとする報告がある（Patel, 1995）。このように、ストレッサーとストレス反応への気づきがストレスマネジメントを実現する上で不可欠であると考えられる。しかしながら、日常生活の中では、私たちが受けているストレッサーやストレス反応が、慢性的ストレッサーによるものなのか急性のストレッサーによるものかすら区別化されていないのが現状である。これは、標準化された基準が存在しないことに起因すると思われる。したがって、ストレス反応を正確に評価するには、生理学的あるいは生化学的に評価し定量化するしかない（梶本, 2003）。しかし、ストレスマネジメントを考える上で必要不可欠な“ストレス反応への気づき”をもたらす生体反応を日常的に測定できる標準化された客観的な指標が存在しないのも事実である。

1.5 ストレスマネジメントと保健活動

予防的、治療的、およびリハビリテーションの総合的な営みを保健活動という（日野, 2007）。すなわち、保健活動には、ストレスマネジメントも含まれると考えられる。

1948年に設立された世界保健機構(WHO)によるWHO憲章は、現在の保健活動の基礎となる文書である（厚生省大臣官房国際課, 1988）。現在の保健・医療では、科学性・総合性・地域性・計画性・民主性が特徴として挙げられる。保健・医療を考えるときには、人間と社会と自然について、深く科学的であることが重要である。科学的でなければ、どんなに善意に基づいていた行動であっても、思いもよらぬ結果を招きかねないからである。また、健康は暮らしの中に根を持っていることから、環境・住宅・食品・労働・教育などの全体に総合的な取り組みが、科学的保健・医療活動を保証すると考えられている。科学的保健・医療活動は地域の具体的な課題に、住民が質・量ともに発展させて参加して総合的に取り組むことであり、この取り組みには計画性が求められる（日野秀逸, 1995）。すなわち、長期性である。

【序章】

「健康日本 21」を持ち出すまでもなく、現在の日本における保健・医療活動は、疾病の早期発見、予防および、健康維持に注目をしている。これら、早期発見、予防および健康維持のために重要視されているのが、定期的な健康診断の実施である。健康日本 21 では、生活習慣病およびその原因となる生活習慣等の課題について、9分野（栄養・食生活、身体活動と運動、休養・こころの健康づくり、たばこ、アルコール、歯の健康、糖尿病、循環器病、がん）に分けて、その基本方針や目標、対策を挙げている。

このことから、ストレスマネジメントにおいても早期発見、予防および健康維持が重要であり、環境、住宅、食品、労働、教育など統合的な取り組みが重要であると言えるであろう。このように、健康の根本は暮らしの中にあるので、ストレスマネジメントが、保健・医療活動の重要な部分であることも否定できない事実であると考えられる。

第 2 節 背景

2.1 ホメオスタシス

2.1.1 ホメオスタシスの概念

生命機構は、外界がどのように変化しようと、「外界に適応していく」ために身体内の環境を一定に保つことが必要である。外界から独立した内部環境の代謝調節機能を米国の生理学者 Walter B. Cannon (1929) が、ホメオスタシス（生体内部環境恒常性）と名付けた。

ホメオスタシス(homeostasis)の homeo は「同一の」を意味し、stasis は「状態」を意味する。しかし、実際には「同一の」静的状態ではなく、生体内部の特定の生理変数値（例えば、体温や血圧）を生存可能な「状態」に向かって常に積極的に調節し、ほぼ一定に保とうとする動的状態を言う。

Figure.0-2-1 に示したように、生活体内のホメオスタシスを機能させるための閉ループにはフィードバック制御(feedback control)機構が働くようになっており、その働きは以下のようである。

フィードバック制御機構では、設定値（入力）と出力との間に制御装置と制御対象がおかれる。まず、検出器で設定値とその時の値を比較し、制御装置を持って信号をコントロールする。次に、制御対象から出された信号値を設定値にフィードバックさせて、再比較することで内乱または外乱による設定値と実際の出力値との差異（変動）を最小限に抑えようとするものである。

生活体内では、ホメオスタシスを壊す要因が生じたり（外乱）、また内部環境が変化（内乱）すると、制御系である神経系と内分泌系が働いてホメオスタシスを維持する。実際には、外乱物質またはエネルギーの情報として、特異的な信号が受容器または細胞の受容体に受容され、入力信号として神経系および内分泌系に伝えられる。細胞レベルでも制御系は存在し、エネルギー代謝、物質代謝、物質移送、信号伝達などの種々の反応が遺伝情報や電気化学ポテンシャル情報などの多種類の情報と、それを受容伝達する機構によって調節されている。免疫機能もまた高度の物質認識機能を基礎としている。このように分子から器官に至るあらゆるレベルで様々の生体情報の維持がなされるのである。

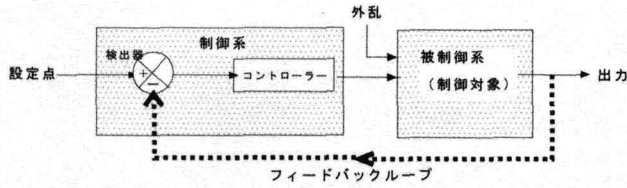


Figure.0-2-1 センサーの働きとフィードバック機構（標準生理学，2007 より引用）

2.2 ホメオスタシスを機能させるメカニズム

ホメオスタシスを維持してゆくメカニズムは 3 種に大別される。すなわち，細胞性，体液性，神経性のメカニズムである。

2.2.1 細胞性

全ての高等生物はその基本単位である細胞から構成されている。細胞が生きていなければ，個体としての生命が維持されない。したがって，多細胞生物の生存はホメオスタシスにかかっていると言っても過言ではない。その一方，個々の細胞がその内部環境を維持する過程こそが多細胞生物の「生」でありホメオスタシスであるとも言える。

細胞性のホメオスタシスには大別して 2 つある。まず一つは，細胞内外の環境を区別化し，相互作用を持ちつつ調節することでおこなう。これは，細胞内環境と細胞外環境の間には大きな差が存在すること（極性）による。この区画化は，主に厚さ 5 nm の形質膜（plasma membrane）によっておこなわれている。この膜は，外部からの攪乱物質を通過させないようにバリア機能を果たしているだけではなく，細胞内外間における物質と情報のやりとりの場としても機能している。また，細胞が脈管外で直接に接する間質液（interstitial fluid）の電解質成分比は細胞生命発生当時の原始海水組成を反映しているものといわれるが，細胞内液（intracellular fluid）は，細胞外液（extracellular fluid）に比べて高濃度の K^+ （カリウムイオン），低濃度の Na^+ （ナトリウムイオン），極めて低濃度の Ca^{2+} （カルシウムイオン）の状態に保たれている。このようなイオン濃度の局在極性が細胞生存にとって不可欠の条件の一つになっている。加えて，細胞外液，内液とも $4 \sim 7 \times 10^{-8}$ M（モル）の弱アルカリ H^+ （水素イオン）濃度に保たれている。これには炭酸水素塩緩衝液システムが大切な役割を果たしている。

もう一つは，「炎症」に代表される，有害物質の侵入への防衛手段である。細菌が身体に侵入するとその刺激で毛細血管の透過性が増し，血漿が血液から組織の隙間に入り込み，

細かい繊維状の網を作る。血漿により細かい網をつくることで、リンパ管はリンパ液の凝固で閉ざされ、細菌侵入部分は他の部分から隔離される。この防壁の中でリンパ球が作用して、閉じこめられた侵入細菌を殺し、貪食する。しかし、もし細菌が血液中に入ると全身的な病気が起きるときには、白血球が細菌を捕らえ殺してしまう。加えて、細菌毒素に対しては、抗毒素がつくられる（林，1993）。このようにして、局所自体も防衛メカニズムを持っている。

2.2.2 体液性

身体のある部分の「歪み」を他の部分に伝え、全身が調和して動いていくメカニズムの一つは、内分泌系を通じておこなわれる。

内分泌系は主として、ホメオスタシス、エネルギー代謝、発育と成長、性の分化と生殖の4つの生体機能を調節している。ホルモン(hormone)はこの内分泌系による機能調節を仲介する物質であり、“特定の臓器（内分泌腺）で作られ、血行によって遠くに運ばれ、特定の標的器官に作用し、少量で特異的効果を現す物質（本間，2002）”と定義され、役割を果たすと消滅するのである。

これらのホルモンは、それぞれ違った（ある時は互いに拮抗する）働きをして、ある方向に揺れすぎたときには元に戻すよう、巧みに組み合わされた調節をおこなっている。

上述したように、生活体にとっては正常に機能を営むために、細胞を取り巻く環境である細胞外液の量、浸透圧、各種イオン濃度などの条件を一定にたもつことが重要である。この体液量の調節は、血圧調節とも密接に関係しており、レニン-アンジオテンシン-アルドステロン系のホルモンが司っている。また、体液浸透圧はバゾプレッシンと呼ばれる抗利尿ホルモンが調節し、血漿 Ca^{2+} 濃度は副甲状腺ホルモン、ビタミン D、カルシトニンによっておこなわれる。このようにさまざまなホルモンがホメオスタシスに関与しているのである。

2.2.3 神経性

生活体にとって最も基本的な血液循環、呼吸、消化、代謝、分泌、体温維持、排泄、生殖などの機能は自律神経機能とよばれる。自律神経機能を常時調節し、生活体のホメオスタシスに重要な役割を果たしている自律神経系は、意識的随意的支配を受けないので植物神経系あるいは不随意神経系ともよばれている。自律神経系は平滑筋、心筋および内分泌腺を支配し、自律神経機能を協調的に調節している。したがって、自律神経系は生活体のホ

メオスタシスに重要な役割を果たしている。生体の外部および内部環境の情報は、自律神経系の中樞レベルにおいて統合され、自律神経遠心路を介して、中枢からの信号を受け取る効果器に伝えられる。自律神経の遠心路とは、胸腰髄から始まる交感神経系 (sympathetic nervous system) と、脳幹および仙髄から始まる副交感神経 (parasympathetic nervous system) の2つの系より構成される。神経系は、この遠心路をそれぞれの神経伝達物質 (ノルアドレナリンまたはアセチルコリン) を神経終末より分泌させて、筋肉などの効果器を興奮させたり、抑制させたりするのである。例えば、生活体が怒りや恐怖の情動を抱いたときは、交感神経を刺激して闘争の状態に体を変化させる。このとき、戦いの最中の緊張や筋肉労働で、交感神経によって変化した体は消耗される。次には副交感神経が働いて、筋肉が弛緩され休息を取り、体をもとの状態に戻すように作用するのである。

2.3 ホメオスタシスを司るもの

ホメオスタシスを機能させるメカニズムを司っている「司令塔」は、大脳の最深部である間脳の視床下部にある (Figure.0-2-2)。視床下部では、体内のさまざまな代謝産物およびホルモン濃度、細胞外液のイオン濃度の変動など内部環境情報の受容と統合がおこなわれている。この情報伝達がホメオスタシスを司っている。

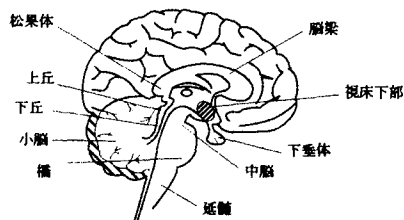


Figure.0-2-2 ヒトの脳と視床下部

2.4 ストレッサーと生体反応

2.4.1 ストレッサーとホルモン

生活体がストレッサーを受けた時、中枢で認知されたストレッサーは視床下部に伝えられ、2つの経路に分かれる。1つ目は、HPA 軸 (hypothalamus-pituitary-adrenal cortex axis: 視床下部-脳下垂体-副腎皮質系) と呼ばれる内分泌経路である (Figure.0-2-3)。副腎皮質からはステロイドホルモンが分泌される。これはその主な生理作用から、電解質コ

ルチコイドと糖質コルチコイドに分けられる。電解質コルチコイドは、腎臓での Na^+ の再吸収と K^+ と H^+ の排出を促す。電解質コルチコイドが欠乏すると、生体はホメオスタシスが機能せず脱水死してしまうことが知られている。また、糖質コルチコイドは糖の代謝に関与し、ストレスに対する抵抗性を生体に与えていると考えられている。

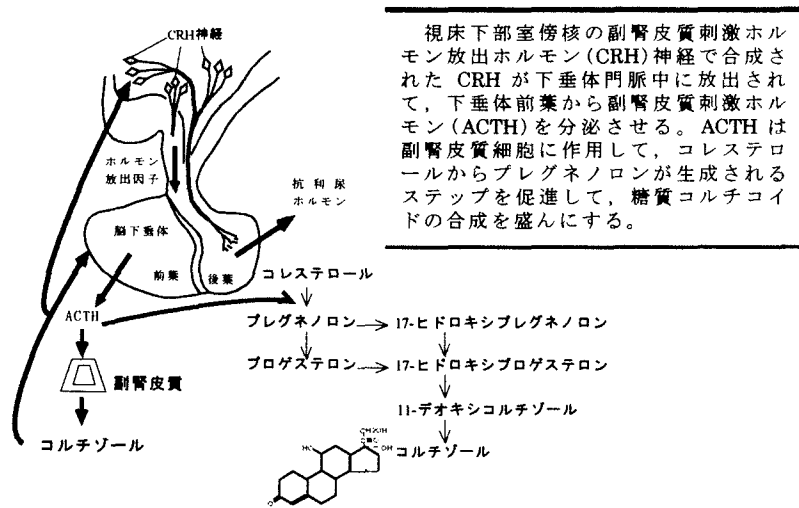


Figure.0-2-3 視床下部－脳下垂体－副腎皮質系 (HPA 軸) (樋口, 2000 参照)

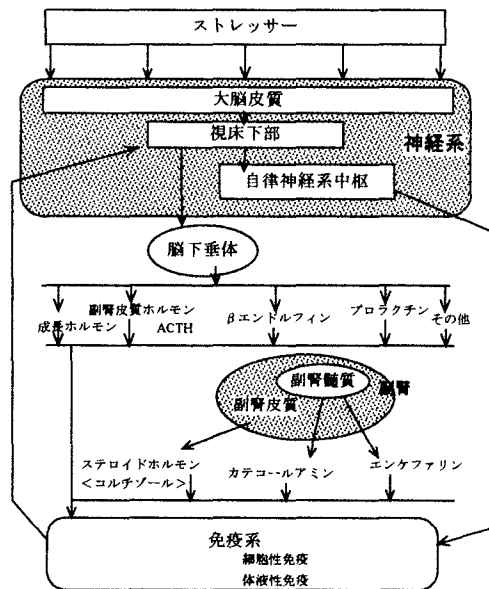


Figure.0-2-4 ストレスと関連する内分泌系, 自律神経系, および免疫系

(新生理心理 1 巻, 2003 より引用)

2つ目は、視床下部から自律神経系に影響する経路である。この経路は、神経末端からノルアドレナリンを分泌すると共に、副腎髄質に作用してアドレナリンを分泌する。これ

らの物質が糖代謝の亢進，心臓血管系の活動の増加，呼吸器系の活動の増加などの反応を引き起こす。その結果，外界からのストレスを受けた生活体が「闘争あるいは逃走」の態勢をとったとき，筋肉が緊張し，血圧が上昇し，脈拍が上がり，血液中の糖分が増加するのである。これには，生活体のエネルギー水準を高めるという意義がある（山崎，2002）。

ストレスに関連する内分泌系，自律神経系と免疫系の経路を Figure.0-2-4 に示した。

2.4.2 ストレス学説について

「種々の有害作用から生ずる一症候群」の中で，カナダの生理学者 H. Selye (1936)は，“ストレスが働いた場合に慢性的な身体症状を示す。つまり，ある刺激に反応して生体に変化，異常をきたし，そしてそれは，脳内でも示している”と提唱した。これをストレス学説と呼ぶ。

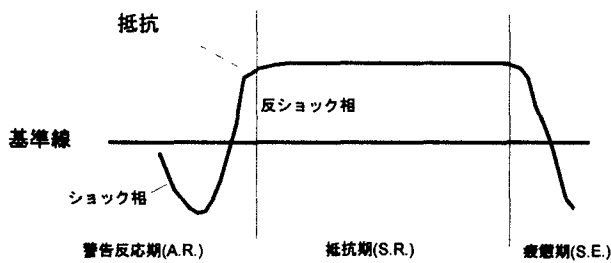


Figure.0-2-5 ストレス応答の三相期過程（現代社会とストレス，1988 より引用）

ストレス学説よれば，生体にストレスが加わると3期に区分され反応が起こるとされる。3期とは，警告反応期(Alarm reaction phase)，抵抗（反応）期(Resistance reaction phase)，および^{ひはい}疲憊期(Exhaustion phase)である。これらの生体反応を総称して，^{はん}汎適応症候群(General adaptation syndrome) とよんでいる（Figure.0-2-5）。

警告反応期は，ショック相と反ショック相に分けて考えられている。ショック相は，刺激に対する適応がまだ発現しないので，体温，血圧，血糖値などの低下，神経活動の抑制，筋緊張の低下，血液の濃縮，組織崩壊，急性消化器潰瘍などが出現する。次の反ショック相では，生体防衛反応が高度に現れてくる。生体反応としては，副腎肥大，胸腺リンパ組織の萎縮，血圧，体温，血糖値などの上昇，神経活動の上昇，筋緊張の増加などが見られる。抵抗期は，持続するストレスと抵抗力とが一定のバランスをとっている状態で，適応現象が安定する。この時期を超えてしまうと，疲憊期に移行し，獲得された抵抗力も

失われ、再びショック相に似たあらゆる兆候を示し、ついには死に至ることになる。

2.4.3 ヒトとストレス反応

生活体は、これまで述べてきたように、外敵に襲われるなどのストレスに曝されたとき、交感神経の働きにより血流量や筋肉のエネルギー源である血糖を増加させる。こうして、生活体は増加した血糖を使って闘ったり、逃げたりする。このように、ストレス反応は本来、生活体を緊急事態から防衛するために存在すると考えられている。しかし、大きな脳を持ち、社会的動物であるヒトの場合は、他の動物たちとストレス反応の性質を異にしている。

ヒトは、緊急の事態が生じていなくとも、その想像力を持って心の中で緊急事態をつくり出し、同じ事をくり返し考えることが可能である。こうして旺盛な想像力で不安を募らせ、ストレス反応を引き起こすこともある。これは、実際には必要がないのにも拘わらず、血糖値や血圧を上げたり、ホルモンを放出することになる。このような反応は、本来は自衛のためにあるストレス反応が、体には不必要なものとなり、返って自らの内部環境を不安定にさせてしまうのである。一般的に、身体的な疲労が続く場合を慢性ストレスという。このようにして、物事が生じる前にくり返し心配したり、自分に対する他人の態度などをいつも考え続けることで、常に交感神経が緊張しすぎるのも慢性ストレス状態であると言えるであろう。また、ストレスと身体の具合についての調査によると、もともと体をこわしたのは自分の価値観が揺らいだり、大切に思っているものを失った人だったという（高田，2004）。特に自分の信じていることがぐらついた場合にストレス状態を強く自覚することが分かっている。これは慢性的なストレス状態を考える上でも、物理的（身体的）ストレスだけでなく、心理的（精神的）ストレスも非常に重要な要素であることを示唆している。

2.5 慢性ストレス状態と急性ストレス状態の評価手法

2.5.1 慢性的ストレス状態の定義

Cannon(1929)の言うように、外的、内的なストレスによって一時的緊急的なホメオスタシスによる内部環境設定は、生命保持のために不可欠である。しかし、この生体内部の緊急事態対処は、長く続くと生活体に大きな負担を強いることになる。したがって、ストレスが繰り返し加わる状態を慢性ストレス状態であると言えるであろう。また、

中川・中井（1980）は、ストレッサーの持続時間については、3ヶ月以上を慢性ストレス状態、3ヶ月以内を急性ストレス状態としていた。しかし、現状では慢性的なストレス状態を生起させるのに、どれほどのストレッサーの持続時間が必要なのかははっきりとは定義されていない。したがって、本研究の始めにおいては、まず、厚生労働省（2002）発表の「過重労働による健康障害予防のための総合対策」を参照し、“労働の過重負荷はいわゆる過労死のリスクを上昇させる”との前提で、「過重負荷」という認定基準を用いて、慢性ストレス状態を仮定する。

2.5.2 慢性ストレスと疲労

厚生労働省の発表からもわかるように、労働災害の防止や向上策として「疲労」や「ストレス」管理の重要性が注目されている。「疲労」や「過労」といった用語は、日常生活の中でも使用される身近な言葉であるにも拘わらず、特にストレス研究においては、学問的概念規定は確立されていない。疲労は“活動の継続に伴って発生する、だるさや眠気、気力の低下など特有の自覚症状を伴う生理機能の低下（井谷，2003）”と規定することができる。井谷（2003）は、ストレッサーは認識の差によりストレスの大きさが異なり、ストレスは突然発生し、消失することがあるなどの点で疲労との違いを述べている。しかし、倉恒（2003）は“疲労感や倦怠感は、日常的にだれもが経験している感覚であり、激しい運動や長時間の運動を行った場合に身体の内平衡の乱れを知らせる重要なアラーム信号の一つ”であると述べている。また、“内平衡の乱れは精神的ストレスによっても引き起こされ、疲労感として自覚されている（倉恒，2001）”ので、慢性ストレスを考える上で、疲労は非常に重要な概念である。井谷（2003）もまた、“疲労の発生には活動の継続が必須であり、回復にも時間を要する”としており、疲労と慢性的なストレッサーとの関連について考慮している。くわえて、現在注目されている慢性疲労症候群（CFS）は、原因不明の慢性的な疲労感のために健全な社会生活が送れなくなるという病態を一つの症候群として捉えた疾病概念である（木谷・倉恒，1992）。CFSの原因は未だ明らかではないが、“化学的・生物学的・社会心理学的なストレスが誘因（倉恒，2003）”となっていると考えられている。

2.5.3 慢性ストレス検出の現状

ストレスという用語は、少なくとも17世紀には「苦難（hardship）」を意味するものとなっていた。Hooke（1676）が「弾性の法則」の中で、外部から加えられた力を「負荷」、

加えられた力が作用している領域を「ストレス」、負荷とストレスによって生じた「ひずみ」という概念を用いたことが知られている (Lazarus, 1999)。これらの用語は、現在においても、ストレスを「生物-社会-心理学システムにくわえられた外からの力」とする考えの中で用いられている。その後、ストレスに関する研究は、Bernard, Cannon, Wolff および, Selye を経て 20 世紀半ばには、正式な学問的研究の対象となったと考えられている。また、心身医学の発達と共に、特定の社会状況やライフイベントが精神疾患と関係することに関する研究に移行していった (Alexander, 1950)。この精神医学的な研究には、ライフイベントと疾患との関係、すなわち心身相関についての研究と心身疾患における個人差やパーソナリティの役割に関する研究が含まれている。1990 年代に入ると、Lazarus の影響を強く受ける形で、ストレス研究が盛んになった。

ここでは、日本国内で使用されているストレス検出のための尺度に関して概観する。

Lazarus ら (1998) の「日常いらだち事スケール (Daily hustle scale)」は、現在でも盛んに使用される慢性ストレス測度のひとつである。その他、ライフイベントに関する測度として、「中学生用学校ストレスサー尺度 (岡安・嶋田・丹羽・森・矢富, 1992)」や「対人ストレスイベント尺度 (橋本, 1997)」, 「対人・達成領域別ライフイベント尺度 (高比良, 1998)」などがある。これらは、日常生活において頻繁に遭遇するであろう、誰にでも比較的大きなストレスサーになり得る状況を具体的に抽出したものであり、回答者の経験度に応じて中学生から高校生や大学生、成人一般にそれぞれ適応できるように工夫がなされている。また、妊娠や出産は特に大きなライフイベントである。妊娠・出産は、急激な生理的変化のみならず、親への役割変化や経済的負担の変化などの急激な生活習慣の変化を伴うことにより、心身や意識、負担感や不安感に変化することが知られている。そこで、「日本語版エジンバラ産後うつ病自己評価表 (岡野, 1996)」, 「母性意識尺度 (大日向, 1988)」や「育児ストレス尺度 (生後 6 カ月用) (菅原・島・戸田・佐藤・北村, 1994)」, 「対児感情尺度 (改訂版) (花沢, 1992)」などの尺度が使用されている。

災害は、日常生活から著しく逸脱したスト.社会に重大な崩壊状態をもたらすもの (Raphael, 1985)” と定義される。この定義に従えば、大地震や暴風雨、事故などに加え、凶悪犯罪やいじめ・虐待も災害ととらえられるであろう。このような災害を体験することで受ける心的外傷によるストレス反応にも近年、注目が向けられている。災害後の心的外傷を受けた人々のストレス反応を測定する尺度として、「改訂版出来事インパクト尺度 (飛鳥井, 1999)」や「外傷後症状尺度 (Kato, Asukai, Minakawa and Nishiyama, 1996)」,

「PTSD 診断尺度 (林, 1995)」などがある。「出来事インパクト尺度 (Impact of Event Scale ; IES-R)」は, 1979 年に Horowitz, Wilner, and Alvarez によって開発されたが, アメリカ精神医学会の DSM-IV の改訂に伴い, Weiss and Marmar (1997) によって改訂版が作成された。鳥居らによる日本語版は, 阪神・淡路大震災の被災者を対象に信頼性と妥当性の検討をおこなったことで知られている。多くの尺度は成人を対象としているが, 小学生の PTSD 症状を測定するために, 質問を理解しやすい言葉づかいやイラストを使用するなどの工夫をした「自分を知ろうチェックリスト (服部・山田・佐伯, 1995)」も存在する。その他, 「精神健康調査票 (General Health Questionnaire; GHQ) (中川・大坊, 1996)」も災害後の心理状態のスクリーニングに有効であるとされている。災害後の心理状態を考えるとときには被災者や被害者ばかりではなく, 救出・援護活動をおこなう消防士や救急救命士, 医療従事者, 警察官, 自衛官や救援ボランティアなどが悲惨な場面に遭遇することで心的外傷を受ける可能性があることにも考慮をする必要性がある。

また, これらのヒューマン・サービスに従事する人びとは, 人との接触が非常に頻発する上に, 過剰な責任を負わなければならない職務を有する。すなわち, 過度の緊張状態が続いたり, ストレスが長期に継続される。また, 職業上の達成基準が不明瞭であることなどから, 消耗感や疎外感を増大させ易いと言われている。このような“その個人が自分のコーピング能力を超えた, 過度で持続的なストレスを受けたとき, それにうまく対処できないために, それまで張り詰めていた緊張が緩み, 意欲や野心などが衰退し, 疲れ果ててしまう心身の症状 (久保, 1999)”をバーンアウト (Burnout) という。「バーンアウト (燃えつき症候群) 尺度 (久保・田尾, 1992)」は, この症状を測定する尺度である。職業特異的な尺度にはその他, 「看護婦の職務満足度尺度 (尾崎, 1988)」や「看護婦の自律性測定尺度 (菊池・原田, 1997)」, 「看護負担感スケール (中谷・東條, 1989)」などがある。

この他, 過度な達成意欲や時間的切迫感, 焦燥感, 攻撃性や仕事中心主義などが健康障害を引き起こすと指摘され, 研究が進むようになった (瀬戸・長谷川・坂野・上里, 1997)。健康障害の中でも虚血性心疾患の危険因子としてタイプ A 行動パターンが注目されてきた。日本人は, 欧米人よりも敵意性が低く, 集団帰属的で仕事中心主義的な面が強いなどの文化差が見いだされ, 日本人特有のタイプ A 行動の評定法が検討されてきた。「日本的タイプ A 行動評定尺度 (瀬戸・長谷川・坂野・上里, 1997)」はそのひとつである。

働き方をめぐるストレス測度として, 職場と家庭で生じる葛藤をとりあげたものとして「ワーク・ファミリー・コンフリクト尺度 (金井・若林, 1998)」がある。仕事と家庭の

バランスに配慮するのは男女ともに大切なことであり、「仕事」「家庭」「管理職」などの役割行動をとる。「役割受容尺度（三川，1990）」は、各個人によって、自分が果たすべき役割を重視するかを測定するものである。また、女性の職業進出と管理職の増加によって、性役割における偏見などが問題化されている。すなわち、管理的職業に必要とされる特性と女性に対する伝統的な性役割ステレオタイプによる葛藤が生じるのである。この問題を取り上げたのが、「女性管理職に対する態度尺度（日本語版 WAMS）（若林・宗方，1985；若林・宗方，1986）」である。

「職場環境，職務内容，給与に関する満足感測定尺度（安達，1998）」は、職務満足感を職場環境・職務内容・給与の3つの要因に対する満足感を測定する尺度である。この尺度は、セールス職の職務満足感に関する Herzberg(1966)の2要因理論を基にしているが、項目内容から他の職種にも適用が十分に可能であると評価されている。

職業ストレスの尺度としては「職場ストレスサー尺度・ストレス反応尺度（島津・布施・種市・大橋・小杉，1997；小杉，2000）」、「職場用コーピング尺度（庄司・庄司，1992）」や「コーピング尺度（職場ストレス測定用）（島津・小杉，1997；小杉，2000）」がある。これらは、職場への不適応および、心身の健康や職場の状況がどの程度負担になっているかを測定することで、従業員の精神的健康の増進を目指している。

また、職場ではその人間関係も従業員に大きな影響をおよぼしている。そこで、職場での支持的な対人関係を測定する目的で「職場用ソーシャル・サポート尺度（小牧・田中，1993）」が作成されている。ソーシャル・サポート（Social support）には、厳密な定義についてはさまざまな見解がある。しかし、日常的な対人関係のあり方が、人々の心身の健康と密接に関係していることが、多くのストレス研究によって明らかになってきている。他者からの支援行動には大別して、道具的なものと情緒的なものの2種類がある。前者は問題を解決するために必要な資源を提供したり、その人が資源を手に入れることができるような情報を与えるなどの働きかけのことであり、後者は勇気づけたり、同情したりするというような情緒面への働きかけをいう。「学生用ソーシャル・サポート尺度（久田・箕口・千田，1989）」は、“ふだんから自分を取り巻く重要な他者に愛され大切にされており、もし何か問題が起こっても援助してもらえる、という期待（Expectancy）の強さ（Cobb,1976）”という定義に基づいて作成されている。また、「地域住民用ソーシャル・サポート尺度（堤・堤・折口・高木・詫摩・萱場・五十嵐，1994；堤・萱場・石川・苅尾・松尾・詫摩，2000）」では、対人関係が健康におよぼす影響についての集団における検

【序章】

討をおこなっている。対人関係および社会的な関係性を維持することは高齢者の心身の健康を維持することにつながるとして作成されているのが、「高齢者用ソーシャル・サポート尺度（野口，1991）」である。その他，小中学生を対象としたものもあり，「算数不安尺度・ソーシャルサポート尺度（渡部・佐久間，1998）」「小学生用ソーシャル・サポート尺度（嶋田，1993）」が知られている。

心理学的ストレスを考えると、その対処方法を考えなければならない。コーピング(coping；対処)は，“ストレスを処理しようとして意識的におこなわれる認知的努力(行動および思考) (Luzarus & Folkman, 1984)”と定義されている。コーピングに関しては、「コーピング尺度（尾関，1993）」や「3次元モデルにもとづく対処方略尺度（神村・海老原・佐藤・戸ヶ崎・坂野，1995）」、「中学生用コーピング尺度（三浦・坂野・上里，1997）」、「小学生用ストレスコーピング尺度（大竹・島井・嶋田，1998）」、「学業ストレス対処方略尺度（神藤，1998）」などの尺度がある。これらは、人が日常生活の中で出会うさまざまなストレスに対して、どのように受け止めどのような対処をするかを測定することで、その結果生じるストレス反応を予測するものである。近年は、いじめや不登校といった小中学生の問題が注目されるにあたり、大人と同様に子どももさまざまなストレスに曝露されていると考えられるようになった。そこで『学校ストレス』という観点から子どものストレスを測定する研究が進められるようになった。「小学生用学校ストレス尺度（嶋田，1998）」、「学業ストレス評価尺度（神藤，1998）」、「小学生用ストレス反応尺度（SRS-C）（嶋田・戸ヶ崎・坂野，1994）」、「中学生用ストレス反応尺度（岡安・嶋田・坂野，1992）」はこうした学校におけるストレスを扱った測度である。

加えて、不安や孤独感などの情緒における否定的な感情は、ストレス状態を増大させると考えられる。「日本版 HLC（主観的健康統制感）尺度（堀毛，1991）」は、健康への不安や幸福感の減弱はストレスとなり、人生に対する満足感と密接に関係をしているという立場から作成された。その他、「学校生活満足度尺度（高校生用）（河村，1999）」や「対人不安傾向尺度（松尾・新井，1998）」、「小学生用学校不適応感尺度（戸ヶ崎・秋山・嶋田・坂野，1997）」、「登校回避感情測定尺度（渡辺・小石，2000）」、「乳幼児期行動チェックリスト改訂版（金井・長田・小山・栗田，2004）」、「母親のストレス尺度（田中，1996）」および、「Questionnaire on Resources and Stress (QRS) 簡易版（稲浪・小椋・ロジャーズ・西，1994）」など多数のストレス測度が存在し、それぞれの状況に合わせて選択的に使用されている。また、橋本・徳永・多々納・金崎(1994)による「精神的健康パターン

診断検査(MHP.1)」や「OSI 職業生活アセスメント (田中・渡辺・上坂, 1993)」もストレス反応およびストレス対処の観点から総合的なストレス測定を目指して作成されたストレス測度である。

このように、ストレスを測定するための測度が多数存在しており、現在においてのストレス検出測度は、質問紙法が主流であるといえるであろう。

また、個人の慢性ストレスレベルの評価手法を確立する試みは、勤労者のストレッサーを中心に、仕事ストレス要因を慢性ストレスレベルの外的基準として、生理量（電氣的生理指標，尿，唾液から得た生化学指標など），主観量（ストレス情動反応，身体症状）を繰り返し測定することなどでおこなわれてきた（寺下・大須賀・下野・戸田，1995；大須賀・寺下・下野・戸田，1995；戸田・大須賀・寺下・下野，1995a）。一方，慢性ストレスレベルと急性ストレスレベルの生理指標の関係については先行研究によると，例えば免疫指標として用いられている唾液中 IgA（以下 s-IgA）は，急性ストレス事態で増加し，慢性ストレス事態で減少することが知られている（Graham, Bartholomeusz, Taboonpong & LaBrooy, 1988）。しかし，実際には個人差が大きく，ある一点の値を示して，その人が慢性的なストレス状態にあると指摘することが出来ないのが現状である。そのため，慢性ストレスレベルのデータをとるために年単位の長期間に渡る時系列研究が行われてはきた（寺下・大須賀・下野・戸田，1995b）。しかし，現時点では，s-IgA のように慢性ストレス状態と急性ストレス状態では差異を示す物質の生理機構も解っていないのである。

2.5.4 質問紙法におけるストレス検出の限界

Lazarus & Cohen (1977)が，“持続的で慢性的な常態的なストレッサー，すなわち，日常的な生活場面で生じる苛立ちごと（daily hassles）”がストレス状態を生起すると述べているように，慢性ストレス状態には心理社会的ストレッサーとの関連も考えられる。一方，国は，上述したように，国民の健康な暮らしのためには，未病（病前）の対策が必要であるとしており，ストレスマネジメントを重要視している。そのために，ストレスを検出するための測度の開発にも力を注いでいる。中でも質問紙法は，比較的簡易で多人数への対応が可能であるという利点がある。しかしながら一方で，心理的なストレス反応は，ストレッサー評価の結果として生じる主観的な体験であり，個人差が生じやすい。すなわち，慢性ストレスを検出するための現行の質問紙の多くは，回答者が自ら感じている状態を検出しているにとどまっていると考えられる。先行研究でも，不安の主観的な訴えと生

理的覚醒が全く逆のパターンを示す感作者(sensitization)と抑圧者(repressor)が存在することが報告されている(生和, 1993)。この場合, 抑圧者は主観的な訴えは少ないが不安を感じていない訳ではないのである。また, 消化性潰瘍患者を対象として心理社会的事項について詳細な面接をおこなった調査報告によると, 全症例の 86%に何らかの心理社会的ストレス状況が認められたにも拘わらず, 患者自身はストレス状況にあることについてはっきりと気づいていない者が多かったとある(中川・中井, 1980)。このように, それぞれのストレス反応は互いに関係し合っているものの, 必ずしも対応関係にはない。すなわち, たとえある人がストレス状態に陥っていたとしても, その人がストレス感を訴えることができなければ, 質問紙法のみではストレスを検出できないということである。それ故に, より正確で客観的なストレス反応の評価手法, 測定技法を確立することが大切であると言える。

2.6 生体試料についての検討

ストレスレベルの外的基準として, 生理量が大切であると考えられている。しかし, 多くの臨床場面や研究で使用されている生体試料は, 血液・尿・髄液などである。特に血液・髄液の採取には, 組織への侵襲があり, 精神的・肉体的な苦痛が伴う。また, これらの採取には特別な資格が必要となり, 施設的な面でもかなりの制限が設けられている。一方, 尿は非侵襲的な採取方法とされてはいるが, 時間的に連続した採取が困難であり, 採取には場所を選ぶ。また, 感情によっては, 神経内分泌指標や免疫反応の生理指標が有意に増加, または減少することが, 生活体のストレス反応としてわかっている(近藤・清水・永・田丸, 1999)。したがって, ストレス状態を測定するにあたり, 採取に恐怖感や羞恥心が伴うような採取方法は適さないと考えられる。このような採取は, 身体的, あるいは精神的に侵襲的であると言える。したがって, ストレス検出のための試料対象は, あくまでも非侵襲的な採取によるものに絞られるであろう。そこで, 被検査者の負担が極力少なく, 血液成分をある程度反映する体液(生体試料)としては, 唾液が適切であると考えられる。唾液の採取は, 非侵襲的であるので, 採取には特に資格は必要なく, また随時的な採取が可能であり, 場所も選ばない。しかしながら, 唾液は, 採取量が少なく, それに含まれる物質量が極めて微量であることが問題とされている。

2.6.1 唾液の測定法について

唾液試料の測定法としては、酵素免疫検定法(EIA)、放射免疫検定法(RIA)が多く使われている。これらは操作法が煩雑で、特別な資格、施設が必要である場合もあり、このことが研究に活用する上での妨げになっている。最近では、微量な唾液中の物質を検出する方法として、高速液体クロマトグラフィー法(HPLC)が知られている。しかし、HPLC法は、費用が高額であり、測定に非常に時間が掛かるので、即時的な測定が困難である。

これらの問題を解消できる測定方法、つまり、操作が簡易で、特別な資格や施設の必要が無く、安価な、比較的早く結果が導き出せる唾液の測定方法が待たれている。

2.6.1.1 コルチゾール

ヒトの副腎皮質で産生される最も主要な糖質コルチコイドがコルチゾールであり、「ストレスホルモン」として知られている。本研究で使用する唾液中コルチゾールについても数多く研究がなされ、ネガティブ感情(清水・永・田丸・杉本, 1999)や緊張場面(Lundberg & Frankenhaeuser, 1980)、暗算課題遂行(牛山・小川・石井・富沢・野口・鯉坂・杉山・伊藤, 1989。永岑・室田・清水, 2002)、不快臭感受(清水・杉本・永・田丸, 2000)、強制的監視作業下(垣本・樽井・中村・長沢, 1988)、恐怖映像鑑賞(清水・永・田丸, 1999)などの一過性の精神的ストレス場面やマラソンやエルゴメーターなどの比較的強い身体的ストレス場面で高値を示すことがわかっている。

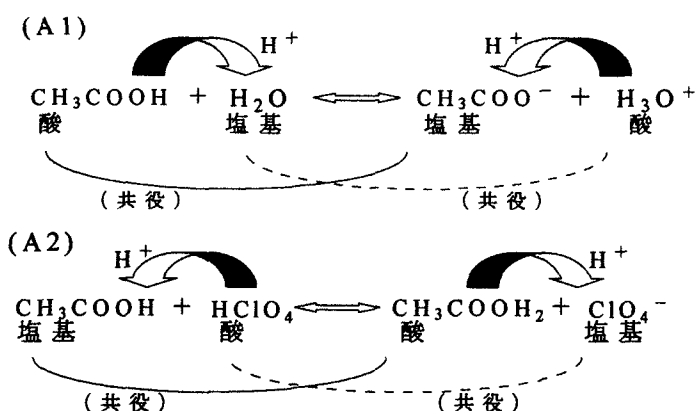
2.6.1.2 MHPG (3-Methoxy-4-Hydroxyphenylglycol) 濃度 および HVA (Homovanillic acid) 濃度

MHPG はノルアドレナリンの最終代謝産物であり、30%が中枢由来であると言われている。また、HVA はドーパミンの最終代謝産物である。血漿中と唾液中の MHPG および HVA 濃度には高い相関があることが先行研究でも認められている。特に MHPG は不安障害やうつ病の指標として期待されている(Yang, Yehuda, Holland & Knott, 1997)。また、永らが高速液体クロマトグラフィー法-3-カラムスイッチング方式による唾液中の遊離型 MHPG および遊離型 HVA の同時分析に成功している(永・清水・田丸・戸塚, 2002。永・清水・須賀・米澤, 2002)。しかしながら、MHPG および HVA に関してストレス状態との関係を検討した研究は数少ない。

2.6.1.3 唾液クロモグラニン A 濃度

クロモグラニン A は、Figure.0-2-6 に示したように、クロム親和細胞からアドレナリンあるいはノルアドレナリンが分泌されるときに、同時に放出される。このことから、アド

S. A. Arrhenius (1887)は、酸は水溶液中で水素イオン (H^+) を生成し、塩基は水酸イオン (OH^-) を生成する物質であると定義した。塩基のうち、水に溶けるものがアルカリと表現される。しかし、現在では、酸とは相手に陽子 (プロトン, H^+) を与える陽子供与物質であり、塩基とは相手から陽子を受け取る陽子受容物質であるという定義が用いられている (Lowry, 1923)。この定義によれば、酸や塩基は物質に固定された性質ではなく、相手によって変わることになる。すなわち、 H^+ を与える分子やイオンが酸であり、 OH^- を受け取る分子やイオンが塩基である。例えば、 CH_3COOH (酢酸) は、 H_2O (水) に対して酸であるが (A1)、 HCl (塩酸) に対しては塩基である (A2)。また、 CH_3COO^- は塩基、 H_3O^+ は酸となる。したがって、 $CH_3COO^- \cdot H_2O$ や $H_2O \cdot H_3O^+$ などを共役酸・塩基対という。



2.7.2 電離度について

酸や塩基を水に溶かしたとき、電離する H^+ や OH^- の割合は物質の種類によって異なっている。この電離した割合を電離度という。

Table.0-2-2 主な酸と塩基の 0.1 mol/L における電離度

酸・塩基	電離度	酸・塩基	電離度
HCl	0.92	CH_3COOH	0.013
HNO_3	0.92	NaOH	0.84
H_2SO_4	0.62	$NH_3 + H_2O$	0.013
H_2CO_3	0.0017	(アンモニア水)	

但し H_2SO_4 と H_2CO_3 は、0.05mol/L (生活の基礎化学 1998 より引用)

例えば、1 mol の塩酸を溶かして全て電離したとすれば、電離度は $1/1=1$ となる。また、1 mol の酢酸を溶かして 0.01 mol 電離したとすれば、下式 (B) により電離度は $0.01/1 = 0.01$ となるのである。

(B)

$$\text{電離度} = \frac{\text{電離した物質質量(mol)}}{\text{溶解している物質質量(mol)}}$$

電離度が大きい（1に近い）酸を強酸，電離度が大きい塩基を強塩基という。反対に，電離度が小さい酸を弱酸，電離度が小さい塩基を弱塩基という（Table.0-2-2）。

2.7.3 水素イオン指数（pH）

純粋な水はわずかに電離しているために， $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}^+ + \text{OH}^-$ となっている。この場合， H^+ と OH^- の濃度は同じなので，純水は酸性も塩基（アルカリ）性も示さない。

25℃条件下ではどちらの濃度も $1.0 \times 10^{-7} \text{mol}$ であり，この電離は極めてわずかであるので， $[\text{H}^+]$ と $[\text{OH}^-]$ の積は一定と考えられる。

$$(C) \quad [\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 1.0 \times 10^{-7} \times 1.0 \times 10^{-7} = 1.0 \times 10^{-14}$$

これを水のイオン積といい， K_w と表す。

このイオン積から，酸性とアルカリ性の強さはこの $[\text{H}^+]$ の大小で決まることがわかる（C式）。そこで，デンマーク人の化学者である S. P. Sørensen（1868~1939）は， $[\text{H}^+]$ のかわりにその対数に符号を付け， H^+ 濃度の負の対数を水素イオン指数（pH）と定義した。

上式(C)の純水の例を水素イオン指数式に当てはめてみると，下式(D)のようになる。

$$(D) \quad \text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log [1.0 \times 10^{-7} \text{mol}] = 7.0$$

したがって，純水のような中性溶液は pH 7 である。

pH が 7 より大きいとアルカリ性になり，7 より小さいと酸性ということになる。つまり，7 を中心に pH 値が低ければ低いほど溶液は酸性で，pH 値が高ければ高いほど溶液はアルカリ性である。また，pH の目盛りは対数なので pH 1 単位の違いは H^+ 濃度で 10 倍の変化に対応する。

2.7.4 pH の測定方法

正確な pH の測定には，通常 $[\text{H}^+]$ に敏感で，選択的に透過性のあるガラス電極を備えた機器，pH メーターを用いる。しかし，日常的な検査場面などでは簡易の試験紙法が多く用いられている。pH 試験紙法は，色素が特定の pH 範囲で変色する変色域を持つことを利用した方法である。実際の試験は，様々な変色域を持つ色素混合液をつくり，それぞれの pH で呈する溶液の色調と予め作成しておいた標準変色表を比較する方法である。この方法は，少量の液体の pH を測定する場合に特に優れている。

2.7.5 酸・塩基の電離定数

強酸や強塩基は上述したように，水溶液中でほぼ完全に電離し，電離度は 1 とみなさ

れる。しかし、弱酸や弱塩基は、水溶液中でわずかしか電離しない。例えば、酢酸は水溶液中で (A) 式のような電離平衡の状態になっており、(B) 式により (E) が成り立つ。

この K_a を酸の電離定数という。

$$(E) \quad K_a = \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

同じ濃度の酸の水溶液では、電離定数の小さいものほど水素イオン濃度は小さく、その酸性は弱い。一方、同じ濃度の塩基の水溶液では、電離定数の小さいものほど水酸化物イオン濃度は小さくそのアルカリ性は弱い。つまり、電離定数と濃度が分かれば、水素イオン濃度が求まり、pH が計算できるのである。

酢酸 (CH_3COOH) の 25 °C 条件下の K_a は、 $1.76 \times 10^{-5} M$ である。しかし、これらの数値は小さく計算に不向きなので、その対数を使うことがある。

$$(G) \quad pK_a = -\log K_a$$

上述したように、pH の値は酸性度を表すが、 pK_a 値は酸の強さを表しているので、(E) の式から

$$(H) \quad \log K_a = \log \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} \quad \text{が得られる。}$$

ここで、 $\log(xy) = \log(x) + \log(y)$ に式 (H) を当てはめると、

$$(I) \quad \log K_a = \log[H^+] + \log \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

$pK_a = -\log K_a$ (G 式) と、 $pH = -\log [H^+]$ (D 式) より、(J 式) が導き出される。

$$(J) \quad pH = pK_a + \log \frac{[H^+][CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = pK_a + \log \frac{[\text{共役塩基}]}{[\text{弱酸}]}$$

上式は、ヘンダーソン・ハッセルバルヒの式 (Henderson-Hasselbalch equation) と呼ばれ、溶液の pH を弱酸の pK_a と共役塩基と弱酸の濃度比の対数を用いて表したものである。

2.7.6 緩衝作用について

水に少量の酸または塩基を加えると、pH が大きく変化する。しかし、少量の強酸や強塩基を加えても溶液の pH がほとんど変化しないとき、その溶液は緩衝化 (buffered) されているといい、このような性質を持つ溶液を緩衝液 (buffer solution) という。

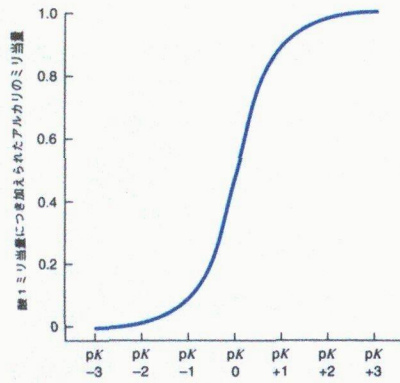


Figure.0-2-7 Henderson-Hasselbalch の式から計算した滴定曲線の一般型

(ハーパー・生化学, 2002 より引用)

また、pH の変化に抵抗する溶液の能力を緩衝容量といい、ヘンダーソン・ハッセルバルヒの式から求められた酢酸やリン酸の滴定曲線 (Figure.0-2-7) をみると、曲線上で最小の傾斜部分として示される。もっとも効果的な緩衝作用は、弱酸とその共役塩基の濃度が等しいときである。弱酸とその共役塩基の混合物による効果的な緩衝作用は、ふつう pKa より上下 1 単位の間 pH と考えられる。

ほ乳類の血漿は、驚くほど一定の pH に保たれている。例えば、1.0 ml の 10 M HCl (強酸) を pH7.0 に調節した生理食塩水または水 1 L にくわえると、pH は 2.0 に下がる。しかし、ヒトの血漿 (pH7.4) 1 L に 10 M の HCl を 1.0 ml 加えても、pH は 7.2 までしか下がらない。これは、生体液が生理的な緩衝作用を示す証拠である。

2.8 生体と緩衝作用

2.8.1 生体と緩衝作用について

ヒトが生きていくためには、多くの酵素が必要である。これらの酵素が働くために血液の pH は 7.35 ~ 7.45 (正常動脈血) の弱アルカリ性に保たれている。pH が 6.8 以下、7.8 以上では、もはや生命保持が不可能となる。したがって、生活体は、体内に酸やアルカリが加えられたときにホメオスタシスにより、pH を正常域に保とうとする。これは、pH 変化に抵抗する能力であり、緩衝作用である。

血液の pH を調節している主なメカニズムは 3 種類あり、第 1 は呼吸による炭酸ガスの放出の調節である。第 2 は、排尿により酸性物質を体外に出すことによる調整である。

第3は、炭酸(H₂CO₃)などの物質で血液中の酸を中和させ調整する方法である。

pHはすなわち水素イオン(H⁺)濃度であるが、このH⁺は体内の代謝によって産生され、その量は一日に14000mEqにも達する。これは脱炭酸反応によって生じた二酸化炭素(CO₂)が水(H₂O)と反応して炭酸(H₂CO₃)になり、重炭酸イオン(HCO₃⁻)とH⁺に解離するからである。しかし、H⁺が増えすぎると、つまりpHが酸性に傾くと、今度は肺において逆の反応が進み呼気中にCO₂として排出され調節をおこなっている(次式参照)。

代謝 ← ← ← ← 末梢組織



肺 → → → → 呼気

この他にも生活体内では腎において、リン酸塩やアンモニアによる排出がおこなわれている。

2.9 唾液について

2.9.1 唾液の種類

唾液には、刺激唾液と安静時唾液との二種類があり、両方とも容易に採取が可能である。

しかし、唾液の流量(分泌量)は常にある種の刺激による影響を受けているので、厳密には採取した唾液のほとんどが刺激唾液とあるといえるであろう。

刺激唾液とは、食物を噛むことにより分泌される唾液である。刺激唾液の多くは、耳下腺から出るサラサラした唾液(漿液性唾液)であり、刺激唾液の方が、HCO₃⁻が多く含まれている。唾液腺房のHCO₃⁻は、導管を通過するときに再吸収されるので、安静時唾液にはHCO₃⁻が少なく緩衝作用も非常に弱い。ところが刺激唾液では、大量に分泌されるので再吸収される前に導管を通過する。したがって、刺激唾液にはたくさんのHCO₃⁻が含まれ、安静時唾液の20～30倍程度緩衝作用が強いとされている(Lilienthal, 1955; Izutsu & Kenneth, 1981)。

2.10 唾液の分泌調節とその成分

唾液は唾液腺から分泌される。その唾液腺は主に耳下腺・顎下腺・舌下腺の3つの大唾液腺とその他に口腔内に無数に点在する小口腔腺から成り、小口腔腺は腺が存在する粘膜の部位によって口唇腺、頬腺、臼歯腺、口蓋腺および舌腺と呼ばれている(Figure.0-2-8)。

料から HCO_3^- を抜いてしまうと、その緩衝作用はほとんど発揮されないことが判明している (Tenovno, 1998)。

次に、リン酸塩 (HPO_4^{2-}) による緩衝システムは、



の平衡関係によって支配され、pK 値は 6.8~7.0 である (Ericson, 1972)。

このように唾液は、 HCO_3^- と HPO_4^{2-} の 2 つの緩衝が共に機能して、pH を保っているのである。唾液中タンパク質については、口腔内の pH 値について明らかな緩衝能を持っているとは考えられていない (Lilienthal, 1955)。また、唾液の緩衝能と唾液分泌量の間には正の相関があるという (Heintze, Birkhed, & Bjron, 1983)。加えて、ストレス状態では人の唾液量が減少することが知られている。ここからも、唾液緩衝能がストレス状態にある生活体と何らかの関わりを持っている可能性が示唆され、慢性的ストレス反応と細胞レベルのホメオスタシスとの関係を見いだすことが可能であると考えられる。

2.12 採取法についての検討

安静時唾液と刺激唾液の正常値は Table.0-2-3 に示したとおりである。刺激唾液の方が明らかにが分泌量が多いことがわかる。

Table.0-2-3 安静時とパラフィン刺激時における全唾液分泌量

種類	正常値
安静時唾液	0.25~0.35 (平均0.30)
刺激唾液	1.00~3.00 (平均1.50)

単位:分泌量(ml/min)

(Ericsson, Y. & Hardwick, L. , 1978 より抜粋)

分泌量の点からも本研究では、用いる試料としては刺激全唾液が適切であると考えられる。刺激全唾液の測定には、いくつかの方法が提案されている。代表的な方法に咀嚼法、味覚刺激法、綿球法が挙げられ、その採取方法によって分けられている。それぞれの採取方法に関しては、Table.0-2-4 に示した。

下表中の③の綿球法は安静時唾液の採取方法として紹介されているが、現在では咀嚼法と綿球法を組み合わせた方法も使用されている。

Table.0-2-4 刺激前唾液の測定法

-
- ① **咀嚼法**: 被験者にパラフィンまたはガムベースを咬んでもらう。最初 2 分間咀嚼した後の唾液は一端飲み込み、次の 5 分間に被験者が咀嚼をしている間に分泌された唾液を断続的に吐き出してもらう。
- ② **味覚刺激法**: 1 ~ 6 %クエン酸（一定規格化した溶液）を 30 ~ 60 秒毎で被験者の舌背前部につける刺激を与える方法で、次のクエン酸刺激の前に吐き出してもらう。これを 3 ~ 5 分繰り返し採取する。
- ③ **綿球法**: 一定質量のコットンロールを口腔内におき、唾液をこれに吸収させる。この時綿球は 3 つ使い、一つは舌下腺と顎下腺の開口部近くの舌の下、2 つは耳下腺開口部近くの上顎の前提におく。
-

(唾液の科学, 1998 より引用)

2.13 唾液の緩衝能と pH

2.13.1 唾液緩衝能の測定法

昨今の予防歯科の臨床現場では、唾液の緩衝能が低かったり、病気や薬の副作用や持続的なストレスなど様々な理由で唾液の量が極端に減ったりしてしまうと、齲蝕になりやすくなり、急激に齲蝕が進行するとされている（岡崎・東・田中・岡本・村上・宮崎・井上・福島・松村・下野, 2000）。そこで、唾液緩衝能が齲蝕罹患予測の指標として活用されつつある。スウェーデンでは齲蝕学診療室と公衆歯科衛生のサービス部門において、Ericsson による緩衝能の測定法を使用している（唾液の科学, 1989）。日本では、カリオスタット法（CAT21teset）と唾液緩衝能テスト（CAT21Buf）を組み合わせたものが使われはじめている（牧平・二川・卜部・古胡・岡崎・石田・西村・下野・2001）。

2.13.2 唾液緩衝能と pH の正常値

唾液緩衝能は、一般的に pH7.5 から始まり、pH6 程度に低下するものが最も多い。しかし、Figure.0-2-9 に示したように緩衝能の分布には pH6 以上と pH4 以下に、2 つのピークが現れている。この現象は、刺激唾液に顕著に見られることがわかっているが、現時点では緩衝能の分布に 2 つのピークが見られる原因については「個人の習慣や全被験者を構成するいくつかの集団の質を反映している可能性がある（Tenovno, 1998）」と示唆するにとどまっている。本研究ではここに着目し、この“集団の質”がストレス環境

の差異である可能性を考えた。そこで、唾液緩衝能によるストレス状態の検出の可能性を考え、臨むものである。

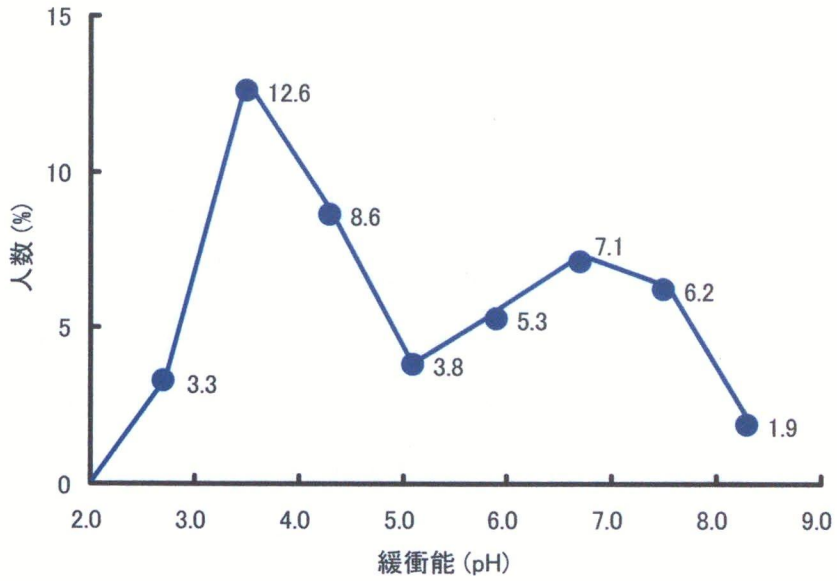


Figure.0-2-9 581名の被験者から採取した刺激全唾液の緩衝能の頻度分布

(Ericsson, T, 1972)

第3節 目的

3.1 新しいストレス測度の開発

こころの健康は生活の質を大きく左右する要素であり、ストレスと上手に付き合うことが身体および、こころの健康を保つために欠かせない要素である（平成19年度版厚生労働白書）。このように、健康な生活を維持するためにはストレスマネジメントが重要であることは明白である。また、ストレスマネジメントにおいて必要不可欠であるとされているのが、“ストレス反応への気づき”である（梶本，2003）。

そこで、本研究では、ホメオスタシスの機序に着目をして、ストレス状態を検出する客観的で非侵襲的な指標を探索することを第1の目的とする。

ストレス反応の検出については、多くの研究者が注目しているにも拘わらず、客観的な「ストレス生理指標」を扱っている研究は数少ない。現在では、コルチゾールが「ストレス生理指標」の一つとして活用されているが、ストレス生理指標として最も有力であると考えられている遊離コルチゾール(free-cortisol)は、高速液体クロマトグラフィーによる定量に頼らなければならない。これは、非常に費用がかかる上に、一検体の測定に数時間を要する。また、現在、臨床検査の主流である血液検査は、採取に資格がいるばかりでなく、被検査者には痛みや恐怖といった侵襲を伴う。ストレス反応を定量化するにあたって、その試料を採取する時に強いストレスが負荷されるのでは本末転倒である。このように、侵襲的な試料採取は、ストレスマネジメントに必要な日常的な「ストレスへの気づき」や「ストレス反応（生体反応）への気づき」に活用することには困難が生じる。したがって本研究では、生化学的試料として非侵襲的で随時的に採取が可能である唾液を用いることを大前提とした。唾液を試料とした場合の問題点は、その採取量が少量でしかも含有物質が微量である点にある。これに関しては、含有物質を定量するのではなく、定性する方法を執ることができれば解決すると考えた。

また、本研究では、生活体のストレス反応を評価する点で、生理学で最も重要な概念の一つであるホメオスタシスに注目をする。すなわち、ホメオスタシスの生体機能調整の乱れがストレス反応であると考え、生活体の生命維持に欠かせない、体内の酸塩基平衡の調節に関与する「緩衝能（緩衝作用）」に焦点を当てる。唾液を用いて、その緩衝能を定性するのであれば、まさに非侵襲・随時、更には簡易で安価な方法となり、日常的なストレスマネジメントに広く活用できることを意味していると考えられる。

3.2 慢性ストレス状態の識別

これまで述べてきたように、現状では、慢性的なストレス状態を唾液などの非侵襲的な試料を用いるなどを行うことで日常的に測定できる客観的な指標はほとんど存在しない。そこで、本研究の第 2 の目的は、新しく見いだされた指標によって、慢性的なストレス状態の識別が可能であるかを検討することとする。

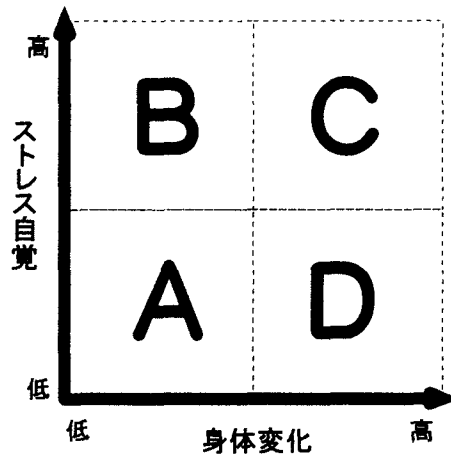
具体的には、本研究で着目をした唾液緩衝能の、先行するストレス実験でよく用いられているストレス課題への反応性を検討をし、ストレス測定としての可能性を探る。その後、唾液緩衝能が、慢性ストレス状態の生活体を識別することが可能であるかを検討する。これらの検討を通じて、唾液緩衝能をストレス測定としての可能性と限界を考える。

3.3 意識化されていないストレス状態の識別

現行のストレス測定法においては、人々は 4 つのグループに大別されると考えられる (Figure.0-3-10)。すなわち、ストレスの訴えが低く、実際の身体変化も低いグループ (A の次元)、訴えは高いが実際の身体変化は低いグループ (B の次元)、訴えが高く、実際の身体変化も高いグループ (C の次元) および、訴えが低いが実際の身体変化が高いグループ (D の次元) である。A のグループは、いわゆる正常であると言えるであろう。B のグループは、まだ身体変化は出ていないが、ストレス感や身体不調感などの自覚があるので質問紙で検出され易く、ケアの対象となる。また、C のグループも、自覚もあり、症状(身体変化)もあるので当然ケアの対象となりうる。しかしながら、D のグループにおいては、身体変化はあっても訴えが低いために検出されにくく、ケア対象でありながらケアから漏れてしまう可能性があるであろう。また、D グループは、さらに 2 種類に分けられるのではないだろうか。すなわち、本当はストレスを感じているが何かしらの理由で我慢をしていてストレス感の訴えが低いタイプと、本当に自覚がなくストレスに気づけないタイプ、あるいはストレス状態にありながらストレスは改善されたと誤った認識をしているタイプである。

これら D のタイプは、臨床心理学的なフォローが必要なことは想像に難くない。しかしながら、D の人たちへの臨床心理学的なフォローを適用するためには、まずはストレス状態を検出しなくてはならない。したがって、全ての人のストレスマネジメントのために、訴えの有無に拘わらず検出が可能であるストレス指標の出現が待たれるところである。こ

れらを検出する方法を見いだすためには、ストレスへの自覚の有無を要因にした検討が必要であろう。



- ・Aの次元：訴え低く、身体変化も低い → 健康
- ・Bの次元：訴え高く、身体変化は低い → 自覚があるのでケア対象となる
- ・Cの次元：訴え高く、身体変化も高い → 自覚も症状もあるのでケア対象
- ・Dの次元：訴え低く、身体変化は高い → 自覚がないのでケアから漏れる可能性

Figure.0-3-10 ストレスの自覚と身体症状(変化)の関係モデル図

ストレスマネジメントのためには、本人が気づいていないストレス反応を検出することが不可欠である。そのため、唾液緩衝能における意識化されていないストレス状態の検出の可能性について検討することを第3の目的とする。

本研究の最終目標は、これらの目的を検討することで、慢性ストレス状態を識別することができる新たな生理指標を見だし、ストレスマネジメントに貢献することである。

第1章 ストレス指標としての唾液緩衝能の可能性

第1節 ストレス状態の違いが唾液緩衝能におよぼす影響について(実験1)

1. 問題と目的

厚生労働省は2006年4月から、長時間労働による健康障害を防止するため、労働安全衛生法を改正し、一定以上の時間外・休日労働をおこない、疲労の蓄積が認められる労働者に対する医師による面接指導の実施を事業者に義務づけた。一定以上の時間外とは、1週当たり40時間を超えておこなう労働が1月当たりで100時間を超える労働のことを示している。また、過労死の判断基準としては、「発症前のひと月の時間外労働が100時間を超えるか、2～6ヶ月で一月平均80時間を超える時間外労働が認められた場合は、業務と発症との関連性が強いと判断」とされている。一方、「ひと月の時間外労働が45時間以下なら健康障害を生じにくい」という基準も存在する(厚生労働省労働基準局監督課労働衛生課, 2002)。過労死防止のための基準である「ひと月の時間外労働45時間」は、一週当たりで換算すると11.25時間に当たる。したがって、実質労働時間は、労働基本時間の35～40時間を足して求められるであろう。このことから、実質労働時間46.25～51.25時間の中央値である48.75時間が、過労死防止のための一週間当たりの労働時間であると考えられる。

また、ホメオスタシスの観点から、高いストレス状態の生活体は、そうでない生活体に比してストレスによる体内の「歪み」状態が多いと考えられる。したがって、本実験では、唾液緩衝能が慢性ストレスによるホメオスタシスの調節機能変調の新たな客観的生理指標になり得るかを検討することを目的に、日常的にストレス状態にある人とそうでない人とを比較した場合の唾液緩衝能、唾液中コルチゾール濃度などの身体状態と、ストレスの自覚との比較をおこない疲労と身体状態について検討をおこなう。

2. 方法

2.1 手続き

本実験では実験参加者の内、質問紙の回答から一週当たりの修学・就労時間が48.75時

間を超える学生を「疲労群」、48.75 時間未満の学生を「対照群」として、2 群に分けた。実験参加者全員に、蓄積的疲労兆候調査をおこなうと共に唾液採取をおこなった。採取唾液からは、唾液中コルチゾール濃度および唾液緩衝能を測定した。得られた測度の結果に関して、それぞれ群間を比較した。

2.2 質問紙

実験参加者全員に、週当たりの勤労あるいは修学時間と日常的な労作（労働・運動量）および、最近の状況（忙しさ）の回答を求めた。また、実験参加者は、慢性ストレスを検出することを目的に作成された蓄積的疲労兆候調査（1992）（An Index of cumulative fatigue symptoms；以下 CFSI と略す）への回答もおこなった。

本研究では、メンタルヘルスの立場から病前段階での「気づき」に着目している。したがって、質問紙の選出においても社会生活を営んでいる人を対象とした予防的な視点に立っていることに重点をおいた。CFSI は、単なるライフイベントの調査ではなく、身体の不調感や人間関係、自己意識といった心身の両面に焦点を当てている質問紙である（越河，2002）。

2.3 実験参加者

健常な大学生および大学院生 55 名（女性 39 名，男性 15 名，不明 1 名。平均年齢 25.6 ± 7.74 歳）が本実験に参加した。

疲労群は、18 名（女性 14 名，男性 4 名。平均年齢 27.7 ± 7.82 歳）であった。対照群は、39 名（女性 26 名，男性 12 名，不明 1 名。平均年齢 24.5 ± 7.59 歳）であった。

全ての実験参加者には、書面または口頭で、研究目的および概要、調査施行について説明をした。この時、調査中に苦痛を感じたときには、直ちにこれを中止できることを付け加えた。そして、調査への参加不参加が個人に利害を与えないこと、得られたデータは全てを統計的に扱い、個人情報や研究目的以外では一切使用しないことを公約した。全ての説明の後に、実験への参加承諾を得た。

2.4 期間

質問紙と唾液採取の実施日は、大学生については 2004 年 1 月 14 日，大学院生は同年 1

月14日～21日の一週間の内の一日であった。

2.5 測定方法

2.5.1 唾液採取

唾液採取は、Salivette {SARSTEDT (Aktiengesellschaft&Co.)}によった。これは、二重になったスピッツ管の中に長さ3 cmの脱脂綿が入った用具である。本研究ではクエン酸無しの綿筒タイプを使用した。採取時間は日内生体変動を考慮し13~17時とした。

参加者は、予め唾液採取日と時刻を提示され、指定時間前1時間の飲食を控えた。また、採取直前には水道水によって口腔内を洗浄するように求められた。

採取は条件を一定化するために、綿筒の咀嚼と口腔内保持時間による統制を以下のおこなった。

- ① 口腔内の唾液を一度全部飲み込んだ後に、綿筒を口に含む。
- ② 閉口にて咀嚼運動をした(30秒間)。
- ③ そのまま綿筒を口腔内で転がし、分泌唾液を充分吸収させた(60秒間)。
- ④ 綿筒をSalivette筒内に戻し、ふたをした。

保存を要する場合は、 -20°C 以下で冷凍保存とした。

2.5.2 唾液緩衝能

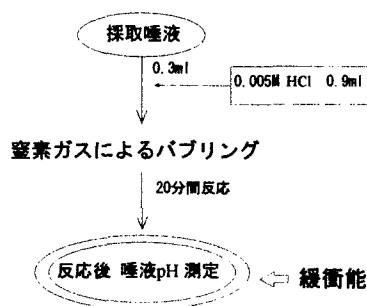


Figure.1-1-1 唾液緩衝能測定方法

唾液緩衝能はEricsson法(1959)で測定された。pHの判定は、DuotestR® pH 1.0-4.3 / 3.5-6.8 / 5.0-8.0 / 7.2-9.6(各MACHERY-NAGEL社)のpH試験紙によった。すなわち、Salivetteを遠心(3000 rpm, 10 min)することで得られた唾液を0.30 ml採り、予め0.005 MのHCl

を 0.90 ml ずつ分注した試験管に注入した。次に、ポンベより窒素 (N₂) を送り込みバブリングをおこない、20 分間反応後の最終 pH を測定し、緩衝能とした (Figure.1-1-1)。

2.5.3 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度は、神田・大津の方法(1996)を準用し、HPLC (高速液体クロマトグラフィー) 法により測定・定量した。すなわち、シリコンポリマーで被覆したポリマーコート型シリカゲルに疎水基と親水基をバランス良く結合させた充填剤を使用したカラムを複数利用することにより、タンパク質を多量に含んでいる唾液試料を除タンパクなどの前処理はなしに測定した。Salivette 内の綿筒から遠心分離した唾液は、HPCL 用メンブランフィルター0.45 μm を使用した濾過による前処理により、不純物が取り除かれた。濾過後の唾液からは、HPLC 法によるコルチゾールおよびコルチゾンの測定がおこなわれた。得られたクロマトグラフの面積より、検量線を用いて濃度を換算した。データ処理は、S-MicroChrom によっておこなわれた。

HPCL 法の設定は Table.1-1-1 に示した。

Table.1-1-1 コルチゾール測定のための HPCL 設定

装置	:NANOSPACE SI-2 [3カラムスイッチング方式]
前処理カラム	:CAPCELL PAK MF Ph-1 [SG80] 1.5mmID × 35 mm
濃縮用カラム	:CAPCELL PAK C18 [UG120] 2.0mmID. × 35 mm
移動層	:5mM リン酸緩衝液/アセトニトリル=98/2 (pH=6.9)
温度	:35°C
流量	:100 μl/min
分析カラム	:CAPCELL PAK C18 [UG120] 1.5mmID × 250 mm
移動層	:10mM リン酸緩衝液/アセトニトリル=78/22 (pH=6.9)
温度	:35°C
流量	:100 μl/min
試料	:唾液 (0.45 μmメンブランフィルター濾過)
注入量	:100 μl
検出器	:UV 242nm

(装置、カラムとも資生堂製)

2.6 統計的解析方法

唾液緩衝能、唾液中コルチゾール濃度、CFSI 訴え率 (心身の症状) それぞれに関して、疲労群と対照群の群間で Student-*t* 検定が行われた。このとき、対照群の内、唾液量が測定可能量に満たなかった 1 名が唾液中コルチゾール濃度の検定から除外された。

統計処理には、Windows XP 上で作動する SPSS 11.0 J for windows が用いられた。尚、偶然生起確率 5%以下を統計的有意とした。

3. 結果

3.1 唾液緩衝能

唾液緩衝能の平均値は、疲労群は $\text{pH}5.40 \pm 0.48$ 、対照群は $\text{pH}4.92 \pm 0.66$ であった。 t 検定の結果、唾液緩衝能ではストレス状態の群間に有意な差が認められた ($t(53)=2.73$, $p < .01$)。すなわち、疲労群の方が対照群に比べて有意に唾液緩衝能が高いことが明らかとなった (Figure.1-1-2)。

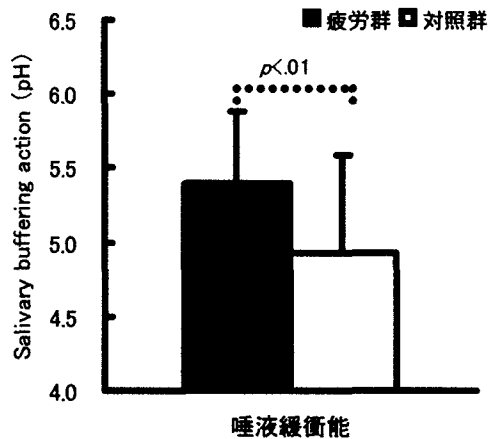


Figure.1-1-2 唾液緩衝能における群間比較

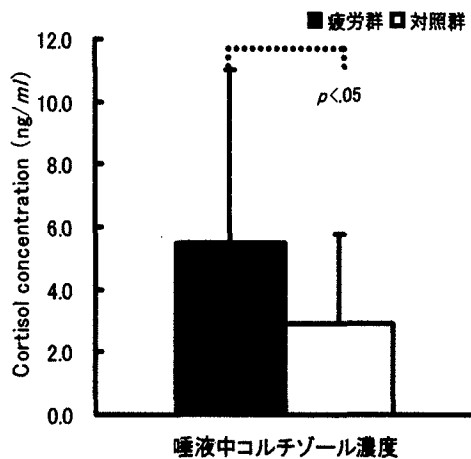


Figure.1-1-3 唾液中コルチゾールにおける群間比較

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の両群の平均値は、疲労群は $5.49 \pm 5.50 \text{ ng/ml}$ 、対照群は $2.90 \pm 2.85 \text{ ng/ml}$ であった。 t 検定の結果、ストレス状態の群間に有意な差が認められ ($t(52) = 2.29$, $p < .05$)、疲労群の方が対照群よりも唾液中コルチゾール濃度が高値を示すことが

明らかとなった (Figure.1-1-3)。

3.3 CFSI 訴え率

CFSI 訴え率 (CFSI 得点) の平均値は、疲労群は 273.50 ± 164.42 点、対照群は 213.14 ± 143.60 点であった。 t 検定の結果では、2 群間に有意な差は認められなかった ($t(53) = 1.33, ns$) (Figure.1-1-4)。

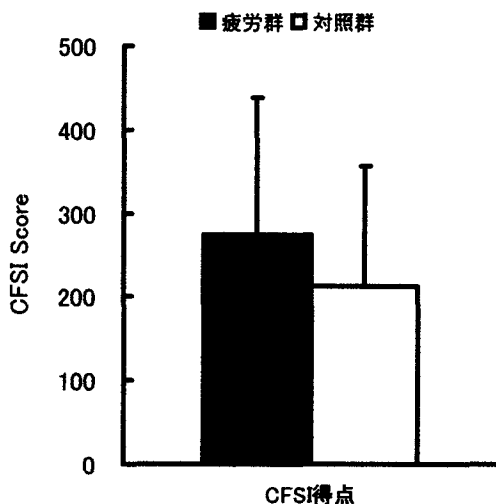


Figure.1-1-4 訴え率の群間比較

4. 考察

本研究では、厚生労働省労働基準局監督課労働衛生課 (2002) の“労働過重負荷はいわゆる過労死のリスクを上昇させる”との前提に準じ、労働時間あるいは拘束時間の多い人たちを、日常的に疲労ストレス状態にあると考えた。そこで、“ひと月の時間外労働時間が 45 時間以下なら健康障害を生じにくい (厚生労働省, 2002)”ことから、質問紙に回答した実験参加者の内、週当たりの修学・就労時間が 48.75 時間を超える学生を「疲労群」、その他の学生を「対照群」と定義した。本実験においては、唾液緩衝能、唾液中コルチゾール濃度、心身の状態の自覚を示す CFSI 訴え率について、疲労群と対照群との比較をおこない、唾液緩衝能が慢性的ストレス状態の客観的な指標になり得るかを検討した。

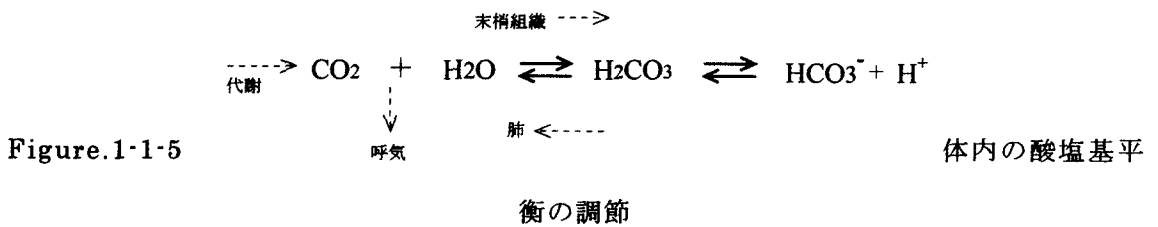
4.1 唾液中コルチゾール濃度について

実験の結果、唾液中コルチゾール濃度は、疲労群が対照群と比べて明らかな高値を示した。更に、疲労群の平均値は $5.49 \pm 5.50 \text{ ng/ml}$ であり、勤務日 14:00 における唾液中コルチゾール濃度の標準値 $1.44 \pm 0.734 \text{ ng/ml}$ [$3.96 \pm 2.025 \text{ pmol/ml}$] (織田・中村・龍田・小泉・阿部, 2000) よりも高値を示していた。先行する研究により、唾液中コルチゾール濃度が、ネガティブ感情 (清水・永・田丸・杉本, 1999) や緊張場面 (Lundberg & Franlenhaeuser, 1980), 暗算課題遂行 (牛山・小川・石井・富沢・野口・鱒坂・杉山・伊藤, 1989; 永岑・室田・清水, 2002), 不快臭感受 (清水・杉本・永・田丸, 2000), 強制的監視作業下 (垣本・樽井・中村・長沢, 1988), 恐怖映像鑑賞 (清水・永・田丸, 1999) などの一過性の精神的ストレス場面やマラソンやエルゴメーターなど (征矢・斉藤, 2001) の比較的強い身体的ストレス場面で高値を示すことがわかっている。これらのことは、コルチゾールがストレスに曝された生活体を防御するために放出されるホルモンであることを示している (深田, 2000)。したがって、コルチゾール濃度が高い値を示す生活体は、ストレス反応を起こしていると考えられている (八木, 2002)。本実験において疲労群は、高いコルチゾール濃度であった。このことから、疲労群は、高いストレス状態に置かれていたと考えても良いであろう。しかし、本実験において上述したような一過性のストレス場면을疲労群のほとんどが調査直前に持っていたためとは考えにくい。むしろ、疲労群は日常的に何らかの負荷 (ストレス) を受けていることが、高い唾液中コルチゾール濃度の原因であり、それが結果として現れたと推測される。疲労群が高いコルチゾール濃度を示した作用機序としては、以下が考えられる。すなわち、一過性のストレスは唾液中コルチゾール濃度をいったん上昇させる。そして生活体は、しばらくするとホメオスタシスにより、一旦上がったコルチゾール濃度を元に戻させる。しかし、疲労群は、それが戻りきらないうちに更なるストレス場面を迎え、再びコルチゾールの血中濃度が上昇するということを日常的に繰り返しており、結果として唾液中コルチゾール濃度が高い値を示したと考えられる。一方、対照群は、日常的な負荷頻度が疲労群よりも少ないため、ストレス場面を迎えて唾液中コルチゾール濃度の上昇を見たとしても、濃度が元に戻るだけの時間的余裕があり、標準値に近い値を示したと考えられる。

4.2 唾液緩衝能について

本実験の結果、唾液緩衝能は、疲労群が、対照群と比べて明らかな高値を示した。また、本実験の2つの群間の年齢層では、年齢による刺激唾液緩衝能への影響はない(Ericsson, 1959)ことがわかっている。すなわち、唾液緩衝能が「ストレスホルモン」と呼ばれているコルチゾールと同様の結果を示したのである。このことは、唾液緩衝能には、高ストレス状態を検出する新たな生理測度になる可能性があることを示していると考えられる。

疲労群が高い緩衝能を示した理由としては、次のような理由が考えられる。すなわち、日常的にストレスを受けている生活体は、筋肉疲労や呼吸などの影響で酸性に傾きやすくなることが考えられる。身体内が酸性に傾けば、コルチゾールと同様に、体内平衡を保とうとホメオスタシスが働く (Figure.1-1-5)。このとき、重炭酸イオン (HCO_3^-) を利用して緩衝する場合、生活体がいつもこの無機物質を作り貯めているとは考えにくい。



炭酸 (H_2CO_3) が蓄積されると生活体はアシドーシス (動脈血中の水素イオン濃度が正常より増加した病的状態) になってしまうからである (石黒・葛谷・松沢・内藤・長村・沢田・篠原, 1987)。したがって、緩衝効果を発揮させるためには、呼吸や尿排出、蛋白系代謝などのものがその時々に応じて機能する必要があるのである。この緩衝効果経路の使用頻度が高ければ、それに携わる物質の生成回路が活性化されるであろうことは想像に難くない。すなわち、ストレスによって体内の pH が乱されやすい生活体は、体内平衡を保つために常にある程度の構えを持っていると考えられる。このような理由から、高ストレス状態の人が高い唾液緩衝能を示す可能性があると考えられる。

4.3 自覚された心身の状態 (CFSI 訴え率) について

本実験では、疲労群と対照群の間で“自覚された心身の状態”の訴えに有意な差は見いだされなかった。これは、疲労群の中に、週当たりの拘束時間 (修学・就労時間) の行動

様式から推測される実際のストレス状態よりも心身症状の訴えの低い人が存在する一方で、対照群の中には、訴えが高い人たちが比較的多く存在していた可能性を示している (Figure.1-1-6)。対照群の結果は、越河ら(1987)が報告している“若年層の心身症状に対する過敏さ”が反映された可能性が考えられる。しかしながら、先行研究には、強度の高い負荷を受け身体は完全に疲労しているにもかかわらず、不安に対する防衛機制が働いて「満足している」「快である」と回答をする例があり、特にタイプ A 性格者や不安傾向の強い人々などへの安全面での指導の必要性を報告している (大木, 1989; 橋本・齋藤・徳永・高柳・磯谷, 1995)。これらのことは、質問紙においてはストレッサーに対する自覚が、必ずしもそのまま表現されない場面があることを示していると考えられる。そのような人々が、身体的には悲鳴を上げているにも拘わらず、自分では自覚できずに過労死へ至るのかも知れない。

本実験の結果が示唆することのひとつは、慢性ストレス状態を識別するためには、個人のストレス状態の自覚と実際のストレス状態との間に食い違いがあることに配慮する必要性があるということである。

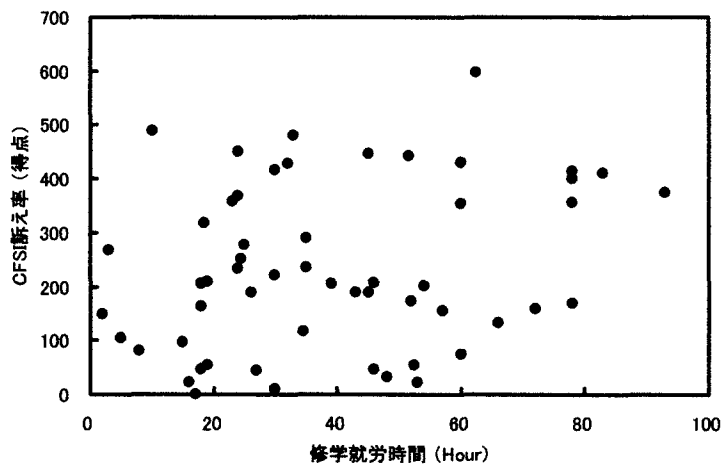


Figure.1-1-6 実験参加者の CFSI 訴え率得点と修学就労時間の分布

第2節 急性的な精神的ストレスおよび身体的ストレスが唾液緩衝能におよぼす影響について（実験2）

1. 問題と目的

前節の実験において、唾液緩衝能が「ストレスホルモン」コルチゾールと同様に、疲労群が対照群よりも明らかに高い値を示したことは非常に興味深い。また、若年層でもある対照群の平均値は $\text{pH}4.92 \pm 0.66$ であり、正常値よりも低い緩衝能を示したことに注目すると、心理的な要因が緩衝能に影響を与えている可能性が考えられる。しかし前回の実験では、参加者それぞれの生活環境でのストレスを反映していると考えられるので、その強度や種類を特定することについては課題が残った。そこで本実験では、どのようなストレスが、緩衝能に影響を与えるのかを検討するために、ストレスを実験操作的に負荷し、ストレスの種類により唾液緩衝能を中心とする生活体反応に差異があるかを検討する。

1.1 精神的、身体的ストレスの負荷

ストレス負荷試験には、物理的・身体的なものと同様に心理ストレス負荷がある。ネズミなどを用いた動物実験では、電気刺激、水浸拘束などの物理的な刺激が用いられているが、ヒトを対象とした場合には、心理社会的ストレスに近似するものとして、暗算負荷（数字計算法、数時逆唱法など）、鏡像描写試験（MDT）、ストレス面接、Color word test などが用いられている。これらは、心理・生理的反応量を測定することで個人のストレスに対する特性を評価するのに有効であるとされている（大森・柳・高島ら 1998）。心理的負荷において参加者は、不安、緊張とともに驚愕反応の総和からストレス状態となり、日常作業における心理的ストレスの典型的なものとして、緊張作業（ミスに極力してはならないという精神的緊張を伴うもの）と単調作業（単純な作業をただ黙々と繰り返しおこなうもの）がある（笠貫 1997）。これについては下野・大須賀・寺下（1998）が、いつ起こるかかわからない緊急事態教示条件よりも自分のミスによって延長という罰が与えられるという教示の方が、ストレス負荷が大きく、主観量、パフォーマンス、皮膚温の結果とも一致しているとしている。また、澤田（1997）は、暗算、反応時間課題、スピーチなどは能動的対処を誘発するとされ、筋緊張を高め、様々な動作に対する準備状態が用意

される刺激として有用であるとしている。ストレス負荷課題においては、参加者に与えるコントロールの違いが、血行力学的反応に大きな差を生じさせることが指摘されている(Obrist, Gaebelin, Shanks-Tellerrら 1978)。これらのことを鑑み、本研究では、精神的ストレスラーとして暗算課題を用いた。暗算課題では、暗算ペースを実験者側がコントロールし、解答の得点を公表するという社会的な賞罰授受の可能性を教示することで精神的負荷を高めた。

ストレス負荷試験の物理的・身体的ストレスラーとしては、運動負荷、寒冷負荷、痛覚刺激、薬物負荷などが用いられる。このうち運動負荷では、臨床生理学的試験においても踏み台昇降運動法、エルゴメーター法、トレッドミル法などが用いられている。この中でも踏み台昇降運動は、平成11年度まで学校体育体力試験で持久力測定に用いられていた。これは、自らの体重を負荷としてある高さの台を利用して昇降運動をおこない、運動後の心拍数を測り、能力の評価をしようとするものである。この運動は、どこでも手軽に実施でき、運動への参加筋群量が多く、また動作が単純である。そして、運動による身体の移動が少ないので、管理の面からも安全であるとされている(平川 1983)。さらに、踏み台昇降運動は、一般に人は台の昇降には慣れているので、ほとんどの参加者は不安が少なく容易に実践でき、多人数を対象としたテストに優れている(東郷・宮下 1994)。したがって、本来運動は、“心理的、身体的なストレスを含んだ複合的ストレス”(征矢・齋藤 2001)であるが、踏み台昇降運動では心理的なストレス要因をある程度排除できると考えた。したがって、本研究では、参加者が一度は経験したことがあるであろうこの運動を身体的ストレスラーとして用いた。負荷強度の設定については以下のことに考慮した。

① 台の高さ

台の昇降運動では、台が高くなると運動強度は増加する。また、身長あるいは脚長と、台高との比は、個人内では運動強度に影響するため、個人間でもその可能性が考えられる。しかし、身長と踏み台昇降運動の得点との関係について平川(1983)は、台高が20インチ(50.8 cm)以下であれば、個人(対象者は大学生)による運動強度の差がないとしている。

② 歩調

台の昇降運動では、歩調が増加すると運動強度が増加する。しかし、歩調が早すぎたり遅すぎたりする場合、昇降の動作が不自然になったり、規程の歩調に合わせるこ

難しくなる。星川・豊島・森・森・池上(1992)は、台の高さにもよるが、1分あたり160歩までは上げることができるしているが、これまでの踏み台昇降運動で用いられてきた歩調は、24～36回/分(96～144歩/分)であった。

③ 運動時間

運動が有酸素性エネルギー供給機構で実施可能な運動強度の範囲では、心拍数は運動開始後ある一定の時間を超えると、定常状態になる。しかし、その範囲を超えて無酸素性エネルギー供給機構の働きが必要となる運動強度となると、心拍数は定常状態にはならず、時間経過を伴って増加していく。踏み台昇降運動の運動時間は、心拍数の定常状態が得られる長さでよいと考えられる。

④ 運動強度

好気性代謝期の最大心拍数率(%HRmax)は65%以下が安全とされている(伊藤・小栗・中上・丸田・古池・米倉・山田・橋本・内藤・長村, 2000)。中田・飯島・丸山・田嶋・益田・長田(2000)は、運動負荷強度を日常生活に対比させると、50%HRmaxは机上仕事や歩行などの通常の生活程度に、65%HRmaxは軽くジョギングしながら会話が可能な程度に、90%HRmaxは全力走にそれぞれ相当するとしている。

2. 方法

2.1 実験参加者

健康な大学院生12名(女性8名, 男性4名, 平均年齢28.0 ± 5.9歳)が、本研究に参加した。参加者には、実験1と同様の倫理的な配慮をおこない実験参加に承諾を得た。

2.2 手続き

15分間の座位安静の後に、ストレッサー負荷直前に唾液採取をおこない、その後、暗算あるいは運動課題を実施し、課題直後、課題後5分、10分、15分および20分に唾液を採取した。そして、20～30分間の座位安静の後に、再び5分間の座位安静をおこない、上記の方法でストレッサー負荷および唾液採取をおこなった(Figure.1-2-1)。この時、一回目とは異なったストレッサー負荷をおこない、カウンターバランスした。

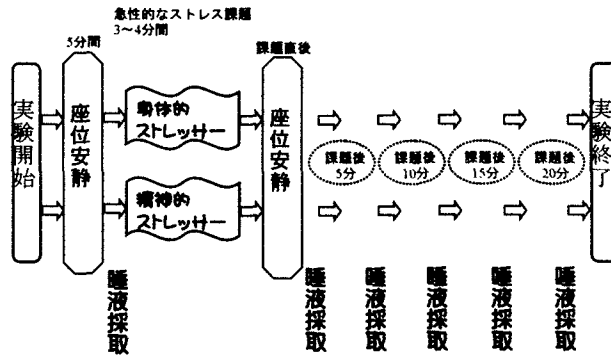


Figure.1-2-1 実験の手続き

2.2.1 暗算課題

3桁の数字が、液晶プロジェクター又はパソコン画面に4秒間ずつ次々と、計75題投影された。参加者は最初に、提示される数字から23を減算し、その答えを解答用紙に記入するように教示された。また、参加者には予め、解答は参加者全員の前で採点され、解答用紙は回収されることが伝えられた。

2.2.2 運動課題

ハーバード・ステップテスト修正版に準じ、運動時間は3分間とした。すなわち、踏み台の高さを女性35cm、男性40cmとし、2秒間に一回の割合で踏み台を昇り降りした。これは、歩調30回/分に相当する。踏み台昇降において歩調一回とは、4動作（右昇、左昇、右降、左降）を意味している。

2.3 測定法

2.3.3 唾液採取

唾液採取は、Salivette (SARSTEDT)によった。採取方法は、第1節に準じておこなった。

2.3.4 唾液緩衝能および、唾液中コルチゾール濃度

唾液緩衝能は、Ericssonの方法(1959)を準用し、pHは試験紙で測定した。

唾液中コルチゾール濃度は、神田らの方法(1995)を準用し、HPLC法により測定、定量された。

2.4 統計的解析

統計的解析は、唾液緩衝能の変動に関しておこなわれた。すなわち、安静時を基準として課題後の緩衝能の変化率を求め、課題要因（暗算・運動）と経過時間要因（直後・課題後5分・10分・15分・20分）の群内分散分析をおこなった。

唾液中コルチゾール濃度の変動に関しても同様に、安静時を基準としたコルチゾール濃度の変動について、課題要因（暗算・運動）と経過時間要因（直後・10分・20分）の群内分散分析をおこなった。唾液中コルチゾール濃度の統計的分析に関して、経過時間要因を直後・10分・20分としたのは、課題後5分と15分に唾液量の欠損があるものが2検体生じたためである。また、コルチゾールに関しては、全ての採取唾液が測定可能量に満たなかった2名が分析から除外された。

3. 結果

本研究で使用した踏み台昇降運動は、無酸素的作業域値（% Vo_2max ）はおよそ59.3%に、%HRmaxでは51.0%に相当した。また、暗算課題における平均誤答率は、 0.36 ± 0.19 であった。

Table.1-2-2 唾液緩衝能の課題ごとの平均値

課題	経過時間	N	MEAN	SD
暗算 課題	安静	12	5.85	1.10
	課題直後	12	5.95	1.03
	課題後5分	12	6.10	1.07
	10分	12	6.15	1.14
	15分	12	6.21	1.13
	20分	12	6.15	1.14
運動 課題	安静	12	6.10	1.17
	課題直後	12	6.05	1.19
	課題後5分	12	5.99	1.16
	10分	12	5.96	1.15
	15分	12	6.07	1.17
	20分	12	6.02	1.08

3.1 唾液緩衝能

暗算・運動の2つの課題ごとの唾液緩衝能の結果は、Table.1-2-2に示した。

唾液緩衝能の変化率に関する分散分析の結果、課題要因の主効果が有意であった{ $F(1,11)=25.8, p<.01$ }。すなわち、唾液緩衝能は暗算課題において課題後に有意に高くなることが明らかとなった(Figure.1-2-2)。

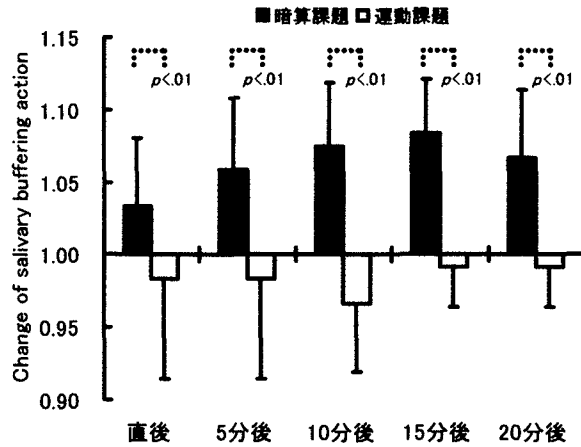


Figure.1-2-2 課題による唾液緩衝能の変動

3.2 唾液中コルチゾール濃度

暗算・運動の2つの課題における唾液中コルチゾール濃度の変化率に関する分散分析の結果、課題要因と経過時間要因の有意な交互作用も主効果も認められなかった ($F(2,18) = 0.24, ns$) (Figure.1-2-3)。

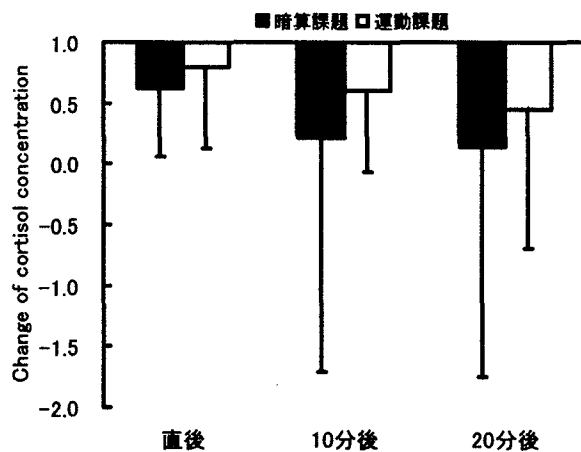


Figure.1-2-3 唾液中コルチゾール濃度の経過時間ごとの比較

4. 考察

本研究では、実験参加者に実験操作的に身体的ストレスと精神的ストレスをそれぞれ負荷し、唾液緩衝能におよぼす影響を検討する目的で実験をおこなった。すなわち、参加者は全員、同質同量のストレスを受けたことになった。その結果、精神的ストレ

ッサーである暗算課題において唾液緩衝能は、課題の直後から5分、10分、20分と課題前安静時よりも明らかな高値を示した。対して、身体的ストレスである踏み台昇降運動課題においては、課題前後で唾液緩衝能にほとんど変動が認められなかった。

本実験の結果、精神的ストレス場面では、唾液緩衝能が有意に変動を示した。実験操作的なストレスによって生じたpHのゆらぎを元に戻そうとホメオスタシスが働いたためであると考えられる。

ここで、唾液緩衝能において、暗算課題でのみ唾液緩衝能が上昇したことについて、生理・生化学的に考える。

4.1 暗算課題における唾液緩衝能

能動対処的である暗算課題は、迷走神経の抑制および β アドレナリン作動性の交感神経活動の亢進の誘因となると考えられている(長野・児玉, 1999)。先行研究では、暗算負荷による心拍数、血圧、血中ノルアドレナリンの有意な増加や、副交感神経活性指標であるCV(心電図R-R間隔の変動係数)変動度と心拍数増加度との間の有意な負の相関や、ノルアドレナリン変動度と心拍数増加度との間の有意な正の相関を認めた報告(牛山・石井・小川ら 1990)や、暗算負荷を与えると、HF成分がほとんど消失し、LF成分とLF/HF成分が著しく増大するとの報告がある(Pagani, Furlan, Pizzinelli 1989; Pagani, Mazzuero, Furlan 1991)。したがって、暗算課題によって、体内では交感神経系の亢進によって血圧が上昇したであろう。血圧の上昇には、血漿中のナトリウムイオン(Na^+)濃度が大きく関与している。生活体内では、尿細管内の原尿から血漿中への Na^+ の再吸収量を増加させることで血圧上昇が起こることが知られている。この、血漿中への Na^+ の再吸収のとき、細胞の血漿側には $\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$ (重炭酸イオン)共輸送系が存在するため、血漿中の Na^+ 濃度が増加するとともに HCO_3^- 濃度が増加すると考えられる。また、精神的ストレスが加わると心拍数と酸素消費量が大きく増加するとされ、暗算課題において心臓血管系の反応に関連して脳酸素代謝量が増加したとの報告もある(古出・岩崎・作山ら 1977; Shiraiwa, Hasegawa, Nioka 2000)。したがって、本研究においても、暗算課題中は、心拍数の増大や酸素代謝量の増加がみられたと考えられる。酸素代謝はすなわち、血液中の $\text{O}_2 - \text{CO}_2$ (酸素-二酸化炭素)交換がおこなわれたということであり、酸素消費量の増加は、血中 CO_2 量の増加に繋がっているといえる。血液中から細胞内へ移動した

CO₂ は、細胞内を酸性に傾けてしまうため生活体はそれを元に戻そうと機能する。すなわちホメオスタシスであり、ここでは炭酸脱水素酵素が働き CO₂ を加水分解する。この加水分解の結果、HCO₃⁻が産出される事が知られている。

本実験において唾液中の緩衝能が暗算課題において増加した理由については、血漿中の HCO₃⁻が、電解質輸送 Cl⁻ - HCO₃⁻膜交換輸送によって唾液管腔内に移動されたことにより、唾液中の HCO₃⁻量が増加した結果であると考えられる。

4.2 運動課題における唾液緩衝能

運動課題において本研究では、課題の前後で有意な差は認められなかった。本研究で用いた踏み台昇降運動の%V_{O2}max はおよそ 59.3%に、%HRmax では 51.0%に相当した。踏み台昇降運動では、主観的な快感情、満足感、リラックス感などのポジティブ感情が増加するので(加藤ら 2005)、本研究においては、参加者には心理的な不快感を与えずに身体的な負荷をおこなうことができたと考えられる。また、伊藤ら (2000) は、65 %HRmax のエルゴメーターを用いた運動負荷では L-キヌレニン増加せず、炎症性の細胞の増加や免疫学的な賦活は起きていないとしており、中田ら (2000) は、一過性の運動負荷において 50 ~ 60 %HRmax の日常運動レベルでは s-IgA 濃度は変動を示さず、60 %HRmax 以上では s-IgA 濃度は運動強度と負の相関を示したとしている。したがって、本研究でおこなわれた好気性代謝期内の強度の運動では、急性なエネルギー不足や細胞損傷は引き起こされなかったと考えられる。すなわち、踏み台昇降運動は、比較的軽度な運動であり安全であったと言えるであろう。また、比較的軽度な運動では、細胞損傷による免疫学的な賦活は起きていないことから、大脳辺縁系や迷走神経系への免疫系からのフィードバックは起きず、これによる過剰な神経亢進やホルモン分泌はなされなかったと考えてよいであろう。

運動による筋肉活動に伴い、血液中の乳酸濃度が増加することが知られており、この乳酸濃度の増加は、生存可能な H⁺濃度範囲(20-100 mE/L, pH7.7-7.0) と比べて桁違いに大きい。したがって、本研究で用いている踏み台昇降運動課題では、最初に血漿中の H⁺濃度が上昇したと考えられる。このときの H⁺濃度は生命維持の危機を招くほどのものなので、生活体内では速やかに緩衝作用が働くと考えられる。したがって、運動を開始すると速やかに呼吸数の増大が見られるのである。

統制のとれた運動負荷について、大森ら（1998）のトレッドミルを用いた実験では、収縮期血圧の上昇と拡張期血圧の低下、心拍数の上昇、および血漿ノルアドレナリン濃度の上昇を認めており、交感神経のみならず副交感神経系も賦活化されるとしている。また、林ら（2002）はエルゴメーターを用いた運動負荷において、心拍数、平均血圧、酸素摂取量、二酸化炭素排出量、分時喚起量、呼吸交換比、血漿アドレナリン濃度、血漿ノルアドレナリン濃度、血中乳酸値、血中ヘモグロビン値のいずれも運動後に有意に上昇すること、運動時のこれらの応答が月経周期に影響しないことを報告している。このように、運動課題においても暗算課題の時のように血中 CO_2 濃度の上昇が考えられ、唾液中 HCO_3^- 濃度の上昇が起きていると考えられる。さらには、運動課題では交感神経のみならず副交感神経の亢進も認められることが知られている。運動負荷の交感神経の興奮により、唾液腺のひとつである顎下腺からは、流量を大いに減少させ、粘稠性の濃厚な唾液が分泌させる（交感神経唾液）。一方、同じく運動負荷で興奮した副交感神経は耳下腺から漿液性の唾液を分泌させると考えられる。耳下腺と顎下腺の主な無機物質には HCO_3^- が含まれている。したがって、唾液中の HCO_3^- 濃度は、運動課題によって上昇すると考えられる。

これらの理由により、運動課題においては、 CO_2 濃度と HCO_3^- 濃度の増加がおきたと考えられる。緩衝能は CO_2 と HCO_3^- の割合から求められるので、本実験の運動課題においては、唾液緩衝能に変動は認められなかったと考えられる。

4.3 唾液中コルチゾール濃度

本研究では、暗算課題・運動課題の2条件下での唾液中コルチゾール濃度の測定もおこなったが、どちらの条件においても有意な差や変動は認められなかった。これは、唾液中コルチゾール量が非常に微量 (ng) であることが原因であると考えられる。特に HPLC 法での測定では、カラムの精度にその測定精度が左右される。今回の測定においては、カラムの製品としての信頼性に少なからず疑問を持った。

5. まとめ

本研究では、唾液緩衝能が新たなストレス指標になり得るかを検討することを目的とし、唾液緩衝能の生理学的なストレス反応について検討した。

実験1では、労働時間が長い人の唾液緩衝能が有意に高値であることが明らかとなった。この時、「ストレスホルモン」である唾液中コルチゾール濃度も同様の結果であり、唾液緩衝能のストレス検出指標への可能性を示唆した。しかし、これらの結果は個人の日常生活環境での多様なストレス反応を反映していると考えられ、唾液緩衝能が実際にはどのような種類や強度のストレスに反応しうるか特定できなかった。そこで実験2では、実験操作的に統制された精神的および身体的ストレス条件下で、ストレスが唾液緩衝能におよぼす影響を検討した。

本実験において暗算課題によって唾液緩衝能の上昇を認めたことは、緊張と共に交感神経亢進を伴う精神活動を反映している。すなわち、唾液緩衝能は、生活体が精神的ストレス状態になると上昇する可能性があることが示唆された。また、運動課題において変動を示さなかったことは、唾液緩衝能が、身体的負荷における生体内のホメオスタシス機能に重要な役割を果たしていると考えられる。すなわち、唾液緩衝能は、身体的疲労（酸性化）による体内の酸塩基平衡のゆらぎを、血液採取や大がかりな装置を必要とすることなく測定できる生理指標になり得る可能性が示唆された。

以上のように本実験では、唾液緩衝能が、精神的ストレス状態と身体的ストレス状態を区別する指標になり得ることが示唆された。これらの結果は、コルチゾールよりも顕著に認められた。したがって、唾液緩衝能が唾液中コルチゾールよりも感度の高い指標になる可能性がある。しかしまだ、慢性的にストレス状態にある人を区別できるかどうかはわからない。そこで、ストレス状態ごとの比較をおこなうことで唾液緩衝能が、慢性的なストレス状態を識別する指標になり得るかの検討をすることが、つぎの課題である。

第3節 日常的ストレス状態が急性ストレス条件における唾液緩衝能におよぼす影響について(実験3)

1. 問題と目的

第2節(実験2)では、唾液緩衝能が精神的ストレス状態と身体的ストレス状態を区別する指標になり得る可能性が示唆された。しかし、唾液緩衝能が慢性ストレスの指標になり得るかを考えるには、日常的(慢性的)なストレス状態にある生活体とそうでない生活体を区別できなくてはならない。したがって、本実験では、生活環境での日常的なストレス状態が唾液緩衝能に与える影響を比較することで、唾液緩衝能が慢性的なストレス状態を識別する指標になり得るか、また、慢性的なストレス状態はホメオスタシスにどのような影響を与えるのかを検討する。すなわち、本節では、第1節の実験と同様に、慢性的にストレス状態にあると考えられる一週当たりの修学・就労時間(拘束時間)が48.75時間を超える「疲労群」と「対照群」を実験2と同じ条件で比較することで、唾液緩衝能が慢性的なストレス状態を識別する指標になり得るかを検討する。

2. 方法

実験参加者を、実験1に準じて一週当たりの合計修学・就労時間が48.75時間を超える人たち(疲労群)と48.75時間未満の人たち(対照群)に分けた。両群共に、身体的ストレスと精神的ストレスをそれぞれ負荷し、唾液採取をおこなった。採取唾液からは、唾液緩衝能と唾液中コルチゾール濃度を測定した。得られた結果について、測定ごとにそれぞれ群間を比較した(Figure.1-3-4)。

2.1 実験参加者

実験1、実験2には参加していないS大学の大学生および大学院生26名(女性20名、男性6名。平均年齢 23.0 ± 4.45 歳)に実験への参加協力を求め、2群に分けた。

疲労群は11名(女性9名、男性2名。平均年齢 24.55 ± 6.01 歳)であり、対照群は15名(女性11名、男性4名。平均年齢 21.80 ± 2.48 歳)であった。

実験2に準じて、倫理的な配慮をおこなった。

2.2 実験期間および環境

実験は、2004年6月中旬から8月中旬の2ヶ月間に、室温 $26 \pm 1^\circ\text{C}$ ・湿度 24～58%の環境で実施された。

2.3 手続き

指定された時間に実験室に集合した実験参加者は、説明を受けた後、座位にて安静を保った。5分間の座位安静の後、サリベッティーにて唾液を採取した。その後、ストレッサーとしてそれぞれ、暗算課題を4分間、運動課題を3分間、おこなった。参加者は、それぞれの課題終了直後、10分後、20分後に唾液採取をおこなった。その後、20～30分間のインターバルをおいて、1回目とは異なった課題をおこない、1回目と同様に唾液を採取した。このとき、課題の順番はカウンターバランスをおこなった。また、参加者は、実験開始前とインターバルの時間に、約200 ml（コップ一杯）の水を摂取した。

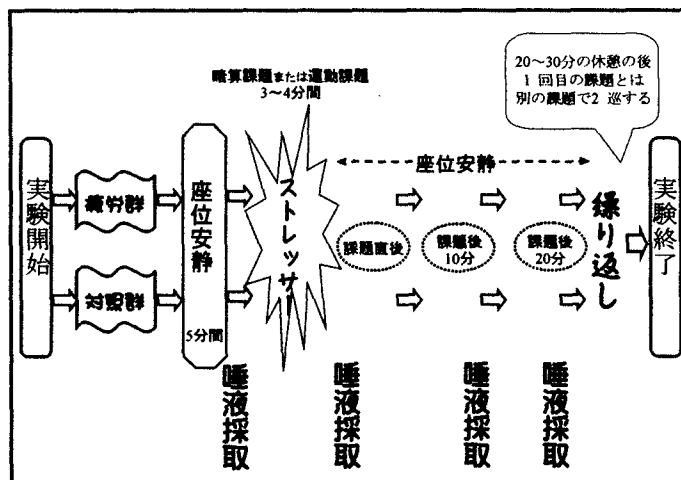


Figure.1-3-4 実験3の手続き

2.4 ストレッサー

実験2に準じ、精神的ストレッサーとして暗算課題を、身体的ストレッサーとして踏み台昇降運動（ハーバード・ステップテスト修正版）を、それぞれおこなった。

2.5 唾液採取および測定

唾液採取方法および、唾液緩衝能と唾液中コルチゾール濃度の測定方法は、実験1に準じた。

2.6 統計的解析

実験2において緩衝能では課題要因（暗算・運動）に主効果が認められたので、本実験では解析は、課題ごとにおこなわれた。すなわち、ストレス要因（疲労群・対照群）と区間要因（課題直後・10分後・20分後）の混合分散分析をおこなった。唾液緩衝能、唾液中コルチゾール濃度共に、それぞれの安静時を基準とした変動に関して解析をおこなった。統計処理には、windows XP上で作動するJavaScript-STAR version 3.6.2 Jが用いられた。偶然生起確率5%以下を統計的有意とした。尚、分析は、暗算課題において唾液が測定可能量に満たなかった疲労群のうち1名と対照群の2名を、運動課題においては疲労群の2名と対照群の2名を除いて行われた。

3. 結果

暗算課題、運動課題についてのストレス状態要因（疲労群・対照群）ごとの唾液緩衝能の平均値は、Table.1-3-3, Table.1-3-4.に示した。すなわち、暗算課題における疲労群の唾液緩衝能の平均値は、安静時 $\text{pH}7.24 \pm 1.29$ 、課題直後 $\text{pH}7.31 \pm 1.23$ 、10分後 $\text{pH}7.38 \pm 1.24$ 、20分 $\text{pH}7.57 \pm 1.21$ であり、対照群は安静時 $\text{pH}7.32 \pm 0.95$ 、課題直後 $\text{pH}7.38 \pm 0.94$ 、10分後 $\text{pH}7.54 \pm 0.99$ 、20分後 $\text{pH}7.62 \pm 1.04$ であった。また、運動課題においての唾液緩衝能の平均値は、疲労群の安静時 $\text{pH}7.45 \pm 1.19$ 、課題直後 $\text{pH}7.39 \pm 1.21$ 、10分後 $\text{pH}7.26 \pm 1.24$ 、20分後 $\text{pH}7.35 \pm 1.21$ であり、対照群は安静時 $\text{pH}7.53 \pm 0.95$ 、課題直後 $\text{pH}7.54 \pm 0.90$ 、10分後 $\text{pH}7.53 \pm 0.95$ 、20分後 $\text{pH}7.57 \pm 0.98$ であった。

Table.1-3-3 暗算課題における唾液緩衝能の記述統計

STRESS		TIME	MEAN	SD	N
暗算課題	疲労群	安静	7.24	1.29	11
		課題直後	7.31	1.23	11
		10分後	7.38	1.24	11
		20分後	7.57	1.21	11
	対照群	安静	7.32	0.95	15
		課題直後	7.38	0.94	15
		10分後	7.54	0.99	15
		20分後	7.62	1.04	15

(pH) (人)

Table.1-3-4 運動課題における唾液緩衝能の記述統計

STRESS		TIME	MEAN	SD	N
運動課題	疲労群	安静	7.45	1.19	11
		課題直後	7.39	1.21	11
		10分後	7.26	1.24	11
		20分後	7.35	1.21	11
	対照群	安静	7.53	0.95	15
		課題直後	7.54	0.90	15
		10分後	7.53	0.95	15
		20分後	7.57	0.98	15

(pH) (人)

暗算課題における平均誤答率は、疲労群は 0.38 ± 0.17 、対照群 0.39 ± 0.21 であった。誤答率に関しての2群の比較検定の結果、有意な差は認められなかった ($t(24)=0.23$, *ns*)。すなわち、両群の暗算による負荷量に有意な差異は認められなかった。

3.1 暗算課題

3.1.1 唾液緩衝能

暗算課題における疲労群の唾液緩衝能変化率の平均値は、課題直後 1.01 ± 0.03 、10分後は 1.03 ± 0.05 、20分後は 1.05 ± 0.04 であり、対照群の課題直後は 1.01 ± 0.02 、10分後は 1.03 ± 0.02 、20分後は 1.04 ± 0.03 であった。暗算課題条件における唾液緩衝能に関する分析の結果、時間要因において主効果が認められた ($F(2,24)=11.24$, $p<.01$)。そこで、時間の効果の検定が行われた。その結果、直後よりも10分後に有意に高くなり、さらに20分後に有意に高くなった ($Mse=0.0006$, $p<.05$)。すなわち、唾液緩衝能は、暗算課題によって課題終了10分後、さらに20分後に高値を示すことがわかった。また、暗算課題における唾液緩衝能の変動は Figure.1-3-5 に示した。

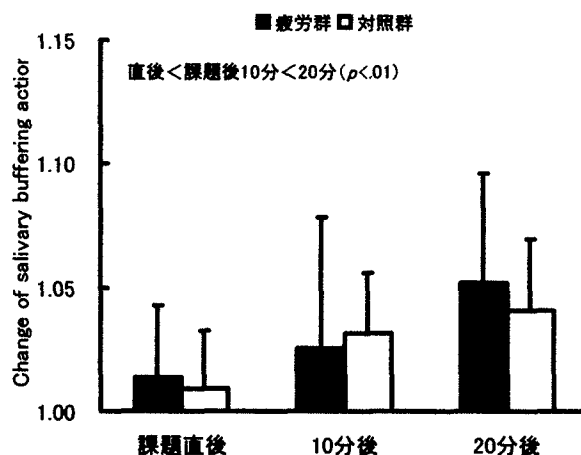


Figure.1-3-5 暗算課題における唾液緩衝能の変動

3.1.2 唾液中コルチゾール濃度

暗算課題における唾液中コルチゾール濃度の変化率の平均値は、Table.1-3-5 に示した。すなわち、課題直後 -1.53 ± 7.42 、10分後は -7.34 ± 16.90 、20分後は -7.02 ± 17.30 であり、対照群の課題直後は 1.74 ± 3.71 、10分後は 1.57 ± 3.14 、20分後は 1.62 ± 3.39 であった。

Table.1-3-5 暗算課題の唾液中コルチゾール濃度の変化率

ストレス要因		TIME	MEAN	SD	N
暗算課題	疲労群	課題直後	-1.53	7.42	13
		課題後10分	-7.34	16.90	13
		20分	-7.02	17.30	13
	対照群	課題直後	1.74	3.71	10
		課題後10分	1.57	3.14	10
		20分	1.62	3.39	10

唾液中コルチゾールに関する分析の結果、暗算課題において交互作用は認められなかった { $F(2,42)=1.12, ns$ }。また、ストレス要因 { $F(1,21)=0.17, ns$ } にも時間要因 { $F(2,42)=1.76, ns$ } にも有意な差は認められなかった (Figure.1-3-6)。

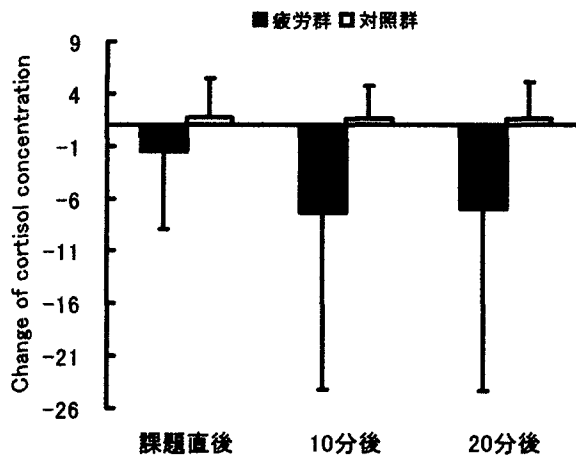


Figure.1-3-6 暗算課題におけるコルチゾール濃度の変動

3.2 踏み台昇降運動課題

3.2.3 唾液緩衝能

運動課題における疲労群の唾液緩衝能変化率の平均値は、課題直後は 0.99 ± 0.03 、10分後は 0.97 ± 0.02 、20分後は 0.99 ± 0.02 であった。対照群の平均値は、課題直後は 1.00 ± 0.02 、10分後は 1.00 ± 0.02 、20分後は 1.00 ± 0.02 であった。運動課題条件下の唾液

緩衝能に関する分析の結果、ストレス状態要因に主効果が認められた ($F(1,24)=7.29, p<.05$)。すなわち、運動課題により疲労群は対照群と比して、唾液緩衝能が低くなることが明らかとなった (Figure.1-3-7)。

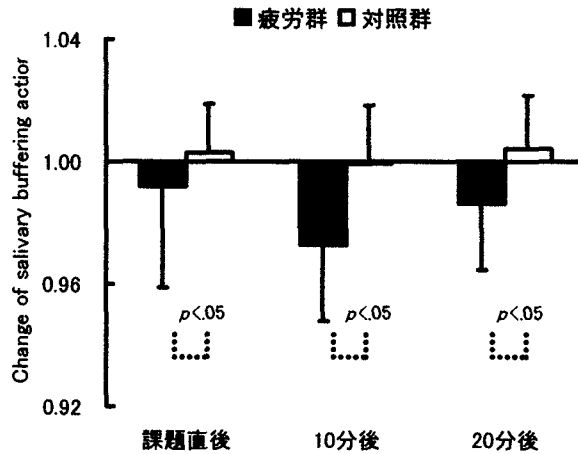


Figure.1-3-7 運動課題における唾液緩衝能の群間比較

3.2.4 唾液中コルチゾール濃度

運動課題における唾液中コルチゾール濃度の変化率の平均値は、Table.1-3-6 に示した。すなわち、課題直後 1.17 ± 0.94 、10分後は -1.04 ± 6.70 、20分後は 1.06 ± 0.48 であり、対照群の課題直後は 1.12 ± 1.24 、10分後は 1.07 ± 0.58 、20分後は 1.05 ± 0.87 であった。

唾液中コルチゾール濃度の分散分析の結果、運動課題において、交互作用は認められなかった ($F(2,42)=0.05, ns$)。また、ストレス状態要因 ($F(1,20)=0.08, ns$) にも時間要因 ($F(2,40)=0.20, ns$) にも有意な差は認められなかった (Figure.1-3-8)。

Table.1-3-6 運動課題の唾液中コルチゾール濃度の変化率

ストレス要因		TIME	MEAN	SD	N
運動課題	疲労群	課題直後	1.17	0.94	10
		10分後	-1.04	6.70	10
		20分後	1.06	0.48	10
	対照群	課題直後	1.12	1.24	13
		10分後	1.07	0.57	13
		20分後	1.05	0.87	13

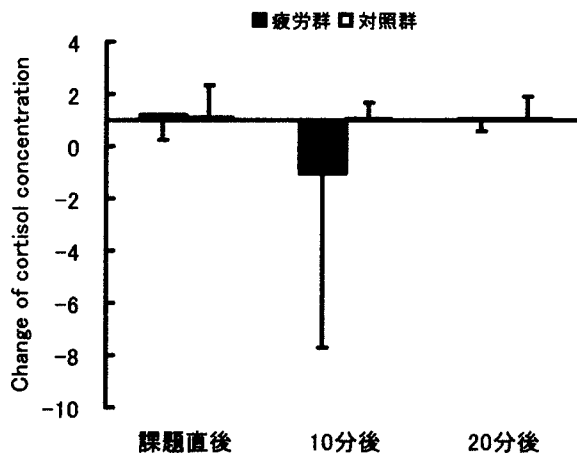


Figure.1-3-8 運動課題における唾液中コルチゾール濃度の変動

4. 考察

実験3では、参加者を一週当たりの修学・就労時間を基に、ストレス状態要因として2群に分けた。すなわち、一週当たりの修学・就労時間が48.75時間を超える人々を「疲労群」、その他を「対照群」と定義した。その後、実験2で課題条件において差異が見られた精神的ストレス条件と身体的ストレス条件、それぞれの条件下で唾液緩衝能を測定することで2群を比較し、この2群の間に差異が認められるかを検討する目的で実験をおこなった。その結果、暗算課題では疲労群と対照群との間に有意な差は認められなかった。また、運動課題においては唾液緩衝能が、疲労群の方が対照群よりも有意に低くなることが認められた。

4.1 踏み台昇降運動課題における唾液緩衝能

実験2では、50～75% $\dot{V}O_2\max$ の比較的軽度の運動負荷の場合には、唾液緩衝能に変化が認められなかったが、今回の実験においては、疲労群と対照群との間に明らかな差異が認められた($p<.05$)。ストレス状態要因における時間経過の検定をおこなった結果、運動課題10分後に緩衝能の低下が認められた($p<.05$)。

ストレスに関する先行研究において、ヒトにアセチルコリン伝達阻害剤であるクラレーを局所投与し、その後にエルゴメーターを用いた運動を負荷した結果、血中のストレスホルモン増加がみられた(征矢, 2000)。これは、薬剤により、大脳の運動野からの中枢指

令の筋への伝達が遮断されて思い通りに運動できないために大脳の運動野がさらに興奮した結果の努力性の興奮反応と考えることができる。これはちょうど、疲労時の身体の様子であるとされている。また、トレーニングを積んだ長距離ランナーは、下垂体の CRH に対する ACTH 分泌反応の低下、およびコルチゾールの負のフィードバックに対する下垂体感受性低下が報告されている (Duclos, Corcuff, Pehourcq & Tabarin, 2001)。この場合トレーニングは、運動ストレスが繰り返される慢性ストレス状態と考えると良いであろう。この現象は“馴化”として知られている。馴化とは“異なる環境に移された動植物が、次第にその地域の環境に適した性質を持つようになること (明鏡国語辞典, 2002)”であり、慢性ストレス状態で認められるとされている。一方、6 週間の走行トレーニングをした同一強度に対する ACTH 反応が減弱した (馴化) ラットでは、別のストレスに対する ACTH 反応を高めたと報告されている (White-Welkley, Bunnell, Mougey, Meyerhoff & Dishman 1995)。すなわち、“交叉適応”である。交叉適合とは、ストレス刺激の繰り返しによって適応し、それと同時に、繰り返された刺激とは異なる刺激に対しても反応が起こることをいう (中村・丹・富士岡, 2000)。これらの先行研究より、本実験における疲労群は、対照群と比べて疲労しており慢性的にストレス状態であると考えられるので、普段は馴化により大脳の興奮が抑えられていても、踏み台昇降運動という身体的ストレスに対して交叉適合をおこし、疲労群は対照群より大脳における興奮反応が見られたと考えられる。この興奮反応は、心拍の増大や交感神経の活性化をもたらし、呼吸を増加させたであろう。すなわち、換気によって急速に血中 HCO_3^- が消費されると考えられる。その結果として、疲労群の緩衝能が低下したと考えられる。

4.2 暗算課題における唾液緩衝能

暗算課題においては唾液緩衝能は、刺激後に安静時に比べて高くなった。これは実験 2 で述べたように、暗算課題においては、 β アドレナリン作動性の交感神経活動の亢進、迷走神経系の抑制が認められており (長野・児玉, 1999)、このために心拍数の増大、呼吸代謝の増加が認められる (古出ら, 1977; Shiraiwa ら, 2000) とされている。この呼吸代謝増大に伴う血中 CO_2 濃度の上昇による酸性化を緩衝しようと炭酸脱炭酸酵素が作用した結果、唾液管腔内に HCO_3^- が移動し、交感神経活動の亢進による唾液腺の血管収縮が、 HCO_3^- を多く含んだ唾液を分泌させることが原因である可能性があると考えられた。し

かしながら、本実験においては、疲労群と対照群の間には暗算課題による唾液緩衝能の差異は認められなかった。これについては、トレッドミルを用いた運動課題では交感神経系のみならず副交感神経系も活性化されるのに対し、暗算課題負荷において迷走神経の抑制及び β アドレナリン作動性の交感神経活動の亢進が認められたとの先行研究が注目される（大森ら、1998；長野ら、1999）。すなわち、暗算課題においては、迷走神経が抑制されるために、胃液の分泌は抑えられると考えられる。また、アドレナリンの α 受容体が、血管収縮や胃や腸管、膀胱括約筋、または神経シナプスの伝達物質の放出抑制に関与するのに対し、アドレナリンの β 受容体は心拍数増加や心収縮力増大、脂肪分解促進や血管拡張、神経シナプスの伝達物質の放出促進に関与している。すなわち、酸素代謝量増大による血漿の酸性化は見られるが、筋肉活動や胃酸分泌などによる体内での急激な酸代謝産物の産出による酸性化は、ほとんど伴わない可能性が考えられる。これにより、暗算課題では運動負荷時のようには体内平衡調節が必要とされなかった可能性がある。また、本研究では厚生労働省(2002)の指針に則り、修学・就労による拘束時間を基準に参加者の群分けがなされており、疲労群はそのまま、ストレスの中でも“疲労”の高い群であることが、この結果の原因である可能性が考えられる。すなわち、疲労という身体的なストレス状態を映す鏡としては運動課題の方が適しており、暗算課題は疲労とは異なったストレス状態を反映する可能性が考えられる。このことの検討は、今後の課題の一つであると思われる。

4.3 まとめ

以上のように、本実験においては、運動課題において疲労群が対照群よりも唾液緩衝能が有意に低下することが認められた。すなわち、唾液緩衝能に慢性的なストレス状態の生活体と、そうでない生活体を区別する可能性があることが示唆された。しかし、本実験においては唾液緩衝と同時に測定された唾液中コルチゾールについては、統計的な有意差は認められなかった。これは、唾液緩衝能が定性反応を利用して測定されているのに対し、血液中ですえ非常に微量なホルモンであるコルチゾールという物質をさらに微量に含有する唾液中で捉え、定量することの困難さを物語っていると考えられる。この点でも、唾液緩衝能によるストレス状態測定の可能性が伺える。

第4節 本章の総合考察

本研究では、生活体の持つストレスラーによって生じた「歪み」を元に戻すなど、内部環境を常に一定に保とうとする機能であるホメオスタシスに注目し、唾液緩衝能が新たなストレス生理指標になり得るかを検討することを目的とした。また、本研究では慢性ストレス状態の内、慢性的な過重労働による“疲労”を主に取りあげた。

1. 実験1

1.1 コルチゾールによるストレス状態の検証

実験1においては、実験に参加した学生の内、修学や就労によって長い拘束時間のあ
る学生を「疲労群」、その他を「対照群」と定義し、疲労群を高いストレス状態にあると
考えた。そのため、疲労群が実際に高いストレス状態にあるのかを確認するために、「ス
トレスホルモン」であるコルチゾール（唾液中）を測定した。また、同時に、唾液緩衝能
を測定し、これがストレス状態を示す新たな指標になり得るかを検討することを目的とし
て、実験がおこなわれた。

測定の結果、疲労群は対照群と比べて、唾液中コルチゾール濃度が有意に高値を示した。
したがって、本実験の疲労群は、高いストレス状態にあると考えられることが確認された。

1.2 ストレス状態の違いが訴え率に与える影響の検証

実験1では、しかしながら、CFSIによる心身の状態の訴えについては、疲労群と対照
群の間で有意な差は見いだされなかった。これは、個人がストレス状態にあるか否かをそ
の人の回答、あるいは主観的表現だけで全てを把握するのに困難であることを示している。
このように、身体的には悲鳴を上げているにも拘わらず、自分では自覚できない人々が存
在している可能性は否定しきれず、ここにストレス研究の困難さが物語られていると思わ
れる。したがって、これらは、ストレス状態を測定する上で、質問紙などによる主観的な
心理指標と共に、客観的な生理指標を確立することの必要性を強く訴える結果であったと
考えられる。

1.3 ストレス状態の違いが唾液緩衝能に与える影響の検討

また、同時に測定された唾液緩衝能においても疲労群が対照群よりも有意に高値を示した。唾液緩衝能が「ストレスホルモン」と呼ばれているコルチゾールと同様の結果を示したことにより、唾液緩衝能の新たな生理学的ストレス指標の一つになり得る可能性が示唆された。また、唾液中コルチゾールでは、対照群は標準値範囲内であったが、疲労群が一般勤労者の標準値（織田ら，2000）よりも高値を示した。これに対して唾液緩衝能では、ストレス状態を一般勤労者平均（越河ら，1987）より強く自覚した実験1の対照群において唾液緩衝能が、正常値（P.30）よりも低い緩衝能を示した。本研究ではこの点に注目し、ストレスラーの感受性、個人の精神的な抵抗力の強弱を唾液緩衝能が示している可能性があると考えられた。すなわち、唾液緩衝能が精神的なストレスラーへの抵抗力を示す指標になり得るであろう、あるいは身体的ストレス状態と精神的ストレス状態を区別する指標になり得る可能性があるであろうと考えられた。

2. 実験2

実験1の結果では、個人の日常生活環境での多様なストレスラーを反映していると考えられ、唾液緩衝能が実際にはどのような種類や強度のストレスラーに反応し得るか特定できなかった。そこで実験2では、実験操作的に統制されたストレスラー条件下で唾液緩衝能におよぼす影響を検討した。すなわち参加者は全員、同質同量のストレスラーを負荷されたことになった。その結果、精神的ストレスラーである暗算課題において唾液緩衝能は、課題の直後から5分後、10分後、20分後に安静時よりも明らかな高値を示した。暗算課題によって、脳はストレスラーによる緊張と共に交感神経活動の亢進を伴う精神活動をおこなうと考えられる。したがって、唾液緩衝能は、生活体が精神的ストレス状態になると機能が亢進するという可能性が示唆された。また、唾液緩衝能が運動課題において変動を示さなかったことは、身体的疲労による生活体の酸性化に対抗するホメオスタシスを反映している可能性が考えられる。このように、実験2では唾液緩衝能が、精神的ストレス状態と身体的ストレス状態を区別する指標になり得る可能性が示唆された。加えて、唾液緩衝能は、体内の酸塩基平衡のゆらぎとホメオスタシスを、血液採取や大がかりな装置を必要とせずに測定できる生理指標になり得る可能性がある。この唾液緩衝能の結

果は、コルチゾールよりも顕著に認められた。したがって、唾液緩衝能が唾液中コルチゾールよりも感度の高い指標になる可能性が示唆された。

3. 実験 3

実験 3 では、唾液緩衝能が慢性的なストレス反応の指標になり得るかを検討する目的で、実験操作的なストレッサーを負荷して、生活体のストレス状態が唾液緩衝能に影響を与えるかを検討した。その結果、身体的ストレッサーである踏み台昇降運動課題において、疲労群の方が対照群より課題終了 10 分後、20 分後で有意に低下を示した。このことは、本実験において疲労群は対照群と比べて、疲労しており慢性的にストレス状態であると考えられるので、普段は馴化により大脳の興奮が抑えられていても、踏み台昇降運動という新たなストレッサーに対して交叉適合を起こし、疲労群は対照群より大脳における興奮反応が見られたと考えられた。すなわち、軽度の運動というストレッサーに対して慢性ストレス状態の生活体は、交感神経系の過剰な興奮を起こし、酸性に傾いた体液を緩衝するために血液中の HCO_3^- が使用された結果、唾液緩衝能が低くなった可能性が示唆された。これらのことより、実験 3 において、唾液緩衝能に慢性的なストレス状態の生活体とそうでない生活体を区別する可能性があることが示唆された。

4. 慢性ストレスとホメオスタシスについての検討

本章においては、運動課題によって疲労群の唾液緩衝は低下を示した。しかし、この緩衝能の値の低下をもって、慢性的にストレス状態にある人はホメオスタシスが破綻していると考えるのは、いささか軽率であると考えられる。なぜなら、本研究で着目している緩衝能は、生活体内の酸塩基平衡を表しているからである。すなわち、唾液緩衝能は、ストレッサーによって生じた酸性化した体内のバランスの取り方が CO_2 方向なのか HCO_3^- 方向なのかを現している。しかしながら、本研究においては慢性ストレス状態の人と正常状態の人との間に唾液緩衝能の変化に有意な差が認められ、緩衝作用の方向性、あるいは強度に違いが認められたのも事実である。この違いについては、実験 3 の考察で述べたように、慢性ストレス状態の生活体は刺激に対して過剰反応を起こしており、この過剰反応

を緩衝するためにホメオスタシスが機能し続けている状態であることが理由である可能性が考えられる。

ここでは、本研究の主題であるホメオスタシスに立ち返りたい。実験 1 においては、慢性的に高いストレス状態にある群が、そうでない群に比べて唾液緩衝能の値が高いという結果を得た。ここから、慢性的にストレス状態にある生活体は、大なり小なりの外刺激（ストレッサー）に常に曝露されているために、ホメオスタシスの閉ループ（Figure.0-2-1）が常時機能しており、謂わば常に活性化している状態であると考えられた。すなわち、「歪み」を元に戻そうとする力であるホメオスタシスは、常にストレッサーに曝されている生活体の方が高次に機能している可能性が示唆された。しかし、実験 3 において、統制された一過性身体的ストレッサーを負荷した場合は、慢性的にストレス状態にある生活体の方が、そうでないものよりも唾液緩衝能が低下することが明らかとなった。これは一見、「歪み」に抵抗する力や回復する力が低下したように見え、実験 1 と相反する結果であるような印象を受ける。しかし、これには、生活体内でストレッサーへの過剰反応が起こり、それを緩衝するためにホメオスタシスが高次に機能している可能性が考えられる。それ故、唾液中の緩衝能は低下をみせても、決して体内の緩衝機能そのものが低下しているとは言いきれないであろう。繰り返しストレッサーを受け続けている生活体は、ストレッサーによって繰り返し内部状態に歪みが生じるために、この歪みを均衡状態に調整するホメオスタシスは活性化していると考える。そのため、実験 3 で慢性的にストレス状態にある群の方が、運動課題において唾液緩衝能の低下がみられたのは、ストレッサーによって生活体が、過剰に反応したために生じた歪みを均衡状態に戻そうと、生活体内で素早く緩衝が機能していることの現れである可能性が考えられる。加えて、本研究で見られたように、ホメオスタシスが高次に機能している慢性的にストレス状態にある生活体の、新たなストレッサーに対する過剰反応はまさに、H. Selye (1936) のストレス学説における「抵抗期」にあたりと考えられる (Figure.0-2-5)。Kuroshima, Habara, Uehara, Murazumi, Yahata & Ohno (1984) が、拘束ストレスを繰り返し負荷したラットに、寒冷刺激を与えると交感神経活動の上昇する交叉適合が認められたと報告しているように、交感神経が繰り返し亢進することにより、他の刺激に対しても交感神経亢進やそれに伴う機能亢進、組織重量の増加や細胞増殖が認められる。このように、慢性ストレス状態の生活体は、そうでない生活体に比べてストレッサーによって生活体が受ける内的変化は大きいと考えられる。すなわち、慢性的にストレス状態にある生活体は、常時ホメオスタシスが活性化し、

緩衝しようと作用を繰り返す内に過剰機能状態となっているのではなからうか。この過剰機能状態は、やがてエネルギーが枯渇して外刺激に脆く崩れ、その生活体は疲憊・過労死へと至るのかも知れない。このエネルギーの枯渇がストレス学説の「疲憊期」である。すなわち、Selye の学説にあてはめれば、「警告反応期」は急性ストレス状態を、「抵抗反応期」は慢性ストレス状態を示し、「疲憊期」は過労死と言い変えることができると考えられる。したがって私たちは、この「疲憊期」以前の段階、「病前段階」で慢性ストレス状態の人々のスクリーニングができるように努めなければならない。本章において、唾液緩衝能に注目することで、慢性ストレス状態の生活体の過剰反応の一端を捉えられる可能性がみられたことは、大変意味深いものであると考える。

5. ストレス指標としての唾液緩衝能の検討

本研究により、「病前段階」での慢性的なストレス要因やストレス反応への認知を促すために、唾液緩衝能が生体指標として有用である可能性が考えられた。しかしストレス生理指標としての使用方法にあたっては、留意すべきことがいくつか挙げられる。

5.1 唾液緩衝能の正常値とストレス状態

唾液緩衝能は、一般に pH7.5 から始まり、pH6 程度に低下するものが最も多いとされており、Figure.0-2-9 に示したように、唾液緩衝能の分布には2つのピークが見られる。2つのピークが見られる原因については、現在では“集団の質を反映している(Tenovno, 1998)”と示唆するにとどまっている。しかし、本章では慢性的にストレス状態にある集団はそうでない集団に比して、高い唾液緩衝能であることが認められた。したがって、序論で述べたように、先人の謂うところの“集団の質”は、ストレス環境の差異である可能性が支持されたと考えられる。すなわち、唾液緩衝能が慢性的なストレス状態を示す指標として有用である可能性があると考えられる。

5.2 ストレス状態を測定する方法の検討

本章においては、慢性的ストレス状態のひとつとして「疲労」があると考えられた。実験 3 において、慢性ストレス状態の生活体は、普段は馴化によりむしろ脳の興奮が抑

えられていても、別のストレッサーに対しては交叉適合を起こし、大脳における過剰興奮反応が見られ、それが唾液緩衝能に反映されたと考えられた。したがって、生活体のストレス状態を生理学的に測定するにあたっては、健康診断時の血液検査のように日常生活環境の中の一瞬を捉えたのでは適切ではないと思われる。生活体は、常に、ホメオスタシスが機能することで外部環境に適応しようと努め続けているからである。したがって、日常生活環境の中で刺激に適応している状態を切り出してきてもストレス状態を診断するには至らないと考えられる。上述したように、慢性的にストレッサーを受け続けている生活体は、ストレッサーによって生じた「歪み」を元に戻そうとホメオスタシスが高次に機能し続けている状態であろう。したがって、それを客観的な指標を用いて取り出すには、新たなストレッサーを負荷することで慢性的にストレス状態にある生活体が交叉適合を起こすことを利用する方法に可能性を見だし得ると考える。しかし、Sakaguchi & Nakamura (1990)は、ラットに拘束ストレスを短時間 (1 hour/day) 負荷した場合は、青斑核ニューロン (ノルアドレナリン線維) の発芽は活発になるが、長時間 (6 hour/day) の負荷では退縮・変性を示すと結論している。これは、ストレス学説の「抵抗期」と「疲憊期」の境界を知らしめる貴重な報告である。しかし、同時にこれは、慢性的ストレス状態の診断として、交叉適合による反応、例えば自律神経系の興奮が起こるか否かをみるだけでは、重篤な危機を招く恐れのあることの警告でもあると思われる。生活体が「疲憊期」に移行していた場合は、新たなストレッサー負荷を受けても交叉適合としての自律神経活動の活性化を見ることはない可能性が考えられる。そして、交叉適合を起し、活性化された生活体だけを“慢性ストレス状態にある”としたのならば、本当は「疲憊」のために退縮・変性をおこしているかも知れない生命に危険がある生活体を見落としてしまう恐れがあるからである。したがって、今後は、「抵抗期」と「疲憊期」の境界線で生体内ではどのような動きが強いられているのかを検討することが必要であると考えられる。

5.3 ストレス指標としての比較測定についての検討

実験3において、安静時の緩衝能の平均値では、実験1の結果に反して疲労群 (平均 pH 7.35 ± 1.28) は、対照群 (平均 pH 7.43 ± 0.97) よりも必ずしも高値を示さなかった。これは、本実験が5月中旬から8月中旬に実施されたことに起因すると考えられる。実験実施期間は3ヶ月間だけなので、見かけ上はさほど問題はないように思われる。しかし、

我が国においては、6、7月は梅雨を迎える。また、施設的な問題として、実験室に空調が入り、室温の制御が可能となったのは7月に入ってからであった。そのために、実験室内の温度や湿度は、5、6月中（平均 $26.0 \pm 1.2^\circ\text{C}$ 、 $38.3 \pm 15.0\%$ ）と7、8月中（平均 $28.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ 、 $63.0 \pm 4.4\%$ ）の実験環境では大幅に異なった。そこで、実験実施時期が近接していて、空調を持って環境を統制して実験をおこなった21名（疲労群5名、対照群16名）について、緩衝能を比較した。すなわち、2004年7、8月で室温 $25.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ ・湿度 $48.0 \pm 3.0\%$ のほぼ同条件の環境で実施されたものである。Figure.1-4-9、Figure.1-4-10に示したように唾液緩衝能の値は、実験1の結果と同様に、疲労群の方が対照群よりも高値を示した ($p < .01$)。

唾液のpHについては古くから多くの研究があり、全年齢層の総平均では、男性（平均pH 6.76）と女性（平均pH 6.73）では大差はない、昼間よりも夜間の方は0.4ぐらい低くなる、一日の内でも時刻による変動があり、日による変動があり、月による変動がある（Eisenbrandt, 1944, 梶本・吉村, 1960）としている（Brawley, 1935; Grossman & Brjckman, 1937a, 1937b; Grossman & Brjckman, 1937a; Anderson 1949）。本実験では、唾液緩衝能を酸添加反応後の最終pHとしている。このことから、実験1のように一斉に採取した検体でない場合、その素点をそのまま比較することが妥当ではないことが先行研究によっても示されている。したがって、ストレス状態の指標として唾液緩衝能を用いて比較するにあたり、安静時をコントロールとして刺激後の唾液緩衝能値の変化量をもっておこなう方法が、妥当であると考えられる。

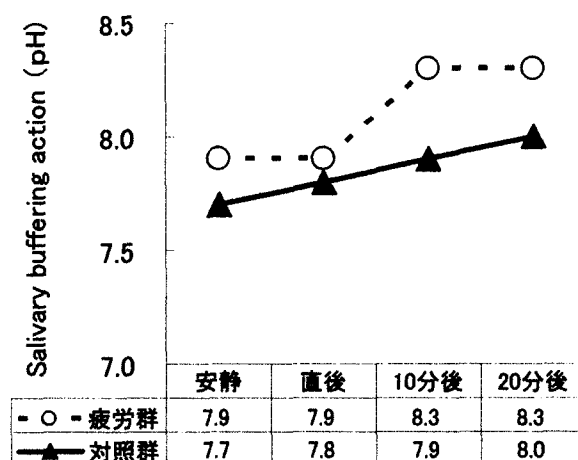


Figure.1-4-9 暗算課題における緩衝能推移の比較(右図)

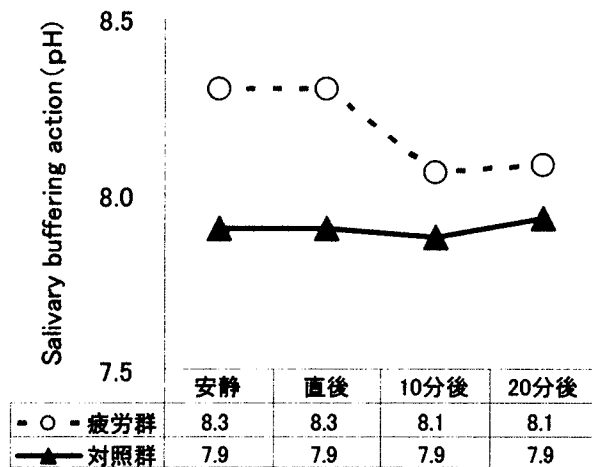


Figure.1-4-10 運動課題における緩衝能推移の比較(左図)

6. 慢性ストレス状態の検討

本研究では、厚生労働省（2002）発表の「過重労働による健康障害予防のための総合対策」を参照し，“労働の過重負荷はいわゆる過労死のリスクを上昇させる”との前提で，“高ストレス状態にある労働者”として「過重負荷」という認定基準を用いた。すなわち，多岐にわたるストレス状態の内の「疲労状態」を取りあげた。しかし，WHO の健康の定義によれば，「健康とは，単に疾病や虚弱でないというだけでなく，身体的，精神的そして社会的に完全に良好の状態をいう（Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.）（WHO, 2004）」であるので，慢性ストレス状態を考える時にも，身体的な負担だけでなく，精神的，社会的な負担も考慮していく必要があるであろう。実験 2 において，精神的ストレス負荷と身体的ストレス負荷場面で唾液緩衝能に差異が認められたように，個人の被っているストレスの種類によっても生体内の反応は異なっていると考えられる。したがって，個人のストレス状態の違いを検討することも，今後の課題としていく。

以上を鑑み，慢性ストレス指標を模索していく上で，様々なストレス状況下にある人々に配慮し，基準値や正常値の設定だけでは充分ではないと思われる。慢性ストレス検出指標や方法だけではなく，「慢性ストレス検出プログラム」という視線が必要であるであろう。

第2章 大学生の蓄積的疲労徴候調査

第1節 蓄積的疲労徴候調査について

1. 問題と目的

第1章では、唾液緩衝能は、長時間の拘束などから引き起こされる疲労やストレスの違いによって影響を受けることが示された。また、慢性ストレスを厚生労働省による過重労働の基準を用いて定義した。しかしながら、本研究の実験参加者のほとんどは学生であるので、時間拘束による過重労働の基準を用いることに、少なからず疑問が生じた。したがって、慢性ストレス状態の識別には、信頼性が確立されている質問紙法を用いる必要があると思われる。くわえて、慢性ストレス状態の検出のための基礎検討をおこなう本研究の結果を汎用するためには、一般に適用することが可能な指標を用いることが重要である。したがって、本章では、特に学生を対象としていない、第1章で用いた蓄積した疲労を中心とした慢性ストレスを測定する質問紙が、本研究の実験参加者を対象として使用が可能であるかを検討する。

2. 質問紙について

本研究では、ストレスマネジメントの立場から病前段階での「気づき」に着目している。したがって、質問紙の選出においても社会生活を営んでいる人を対象とした予防的な視点に立っていることに重点をおいた。そこで本調査では、質問紙として CFSI（蓄積的疲労徴候インデックス）（1992）を用いた。CFSI は、“職場健康管理場面における健康の維持、モラルの向上に差し障る要因があるかないかを調べるために作成されたスケールである（越河，2002）”と、作成者が述べているように、単なるライフイベントの調査ではなく、身体の不調感や人間関係、自己意識といった心身の両面に焦点を当てている質問紙である。

2.1 CFSI（蓄積的疲労徴候調査）について

CFSI は、先行研究により質問内容の分析が行われ 8 特性に分類され「質問項目群」の共通するイメージを持って名称化されている（Table.2-1-1）。

2.1.1 8つの特性分類

質問の各項目の特性は、以下の通りに説明されている。

① NF1 : 気力の減退

この項目への応答(○の記入)が多いときは、意思面での減衰が考えられる。すなわち、「気力不足」、またはいわゆる「へばったという感じ」の訴えの項目である。項目数は9つである。

② NF2-1 : 一般的疲労感

質問は「自覚症しらべ」(産業衛生学会疲労研究会)ほかの疲労調査関連の調査票に含まれる項目と同様のものが多い。身体的側面の負荷が表現される項目である。項目数10。

③ NF2-2 : 身体不調

NF 2-1「一般的疲労感」と同じ「第2成分」として抽出された項目群であり、7つの問いがある。この項目では、心身にかかる負荷との関連が「身体不調感」として表現される。

④ NF3 : イライラの状態

「負荷に対する反応様式」と考えられる。不満の表現でもある。活性のある職場では「イライラの状態」への訴え率が比較的高いことがある。項目数は7である。

⑤ NF4 : 労働意欲の低下

この特性項目群は、一般に言われる「心身症状・状態」とは異なる。自分の生活や職場についての評価が含まれており、また、それらに対する構え、態度でもある。応答の結果は労働意欲とかモラルを示すが「労働意欲の低下」も、生活や労働の場面に含まれているところの「負荷」に対する反応と考えられる。いわば、社会的負荷事態の表現ととれる。仕事がつすぎる、あるいは単調すぎるとき、また、仕事らしい仕事がないときも、この項目の訴え率を高めている。項目数は、CFSIの中で最多の13である。

⑥ NF5-1 : 不安感

11の問いからなる項目である。不安感、情意面での「不安感」がうかがわれ、主に精神的側面の負荷を表現するものと解釈される。職務の進歩が思わしくないとき、見通しが立たない、納期が迫っている状況の職場では「不安感」訴え率を高めることがよくある。

⑦ NF5-2 : 抑うつ感(抑うつ状態)

鬱積した感情、気分の停滞などが表現される。

「不安感」「抑うつ感」への応答は、CFSIにおける「心理的ストレス」「負荷」の評価

判定にあたって、最も重要な手がかりとなる。項目数は9である。

⑧ NF6 :慢性疲労兆候

「一般的疲労感」との関連が考えられる。身体的な側面の負荷を表現していると見られている。仕事などで忙しい、追いまくられている状況では、この特性への訴えは顕著である。この特性は8つの問いからなる。

Table.2-1-1 CFSIにおける特性項目

① NF 1	気力の減退	意志面での減衰が考えられる。 「気力不足」またはいわゆる「へばったという感じ」の訴えとみている。
② NF 2-1	一般的疲労感	質問は「自覚症しらべ」（産業衛生学会疲労研究会）ほかの疲労調査関連の調査票に含まれる項目と同様のものが多い。身体的側面の負荷が表現される。
③ NF 2-2	身体不調	NF 2-1「一般的疲労感」と同じ「第2成分」として抽出された項目群。 心身にかかる負荷との関連が表現されていると解釈している。
④ NF 3	イライラの状態	一種の「負荷に対する反応様式」と考えられる。不満の表現でもある。 活性のある職場では、訴え率が比較的高いことがある。
⑤ NF 4	労働意欲の低下	自分の生活や職場についての評価が含まれており、それらに対する構え、態度でもある。いわば、社会的負荷事態の表現ととれる。仕事がかたすぎる、あるいは単調すぎるとき、また、仕事らしい仕事がないときも、訴え率を高めている。
⑥ NF 5-1	不安感	不安感、情意面での「不安定」がうかがわれる。 精神的側面の負荷を表現すると解釈される。
⑦ NF 5-2	抑うつ感(抑うつ状態)	鬱積した感情、気分の停滞などが表現される。 「不安感」および「抑うつ感」への応答は、CFSI による「心理的ストレス」・「負担」の評価判定にあたって、最も重要な手がかりとなる。
⑧ NF 6	慢性疲労徴候	身体的な側面の負荷を表現している。 仕事などで忙しい、追いまくられている状況では、この特性への訴えは顕著である。

(「蓄積的疲労徴候調査」について、1987より引用)

2.2 項目別応答結果のまとめ方

本研究に用いた CFSI は、前述したように心身の症状・状態などに関する 81 の質問から成り立っており、各項目について二件法で回答する形式である。対象者の最近の症状や体験を問うので、一定時点ではなく、ときどきまたは数日間の停滞を見せている症状・状態・違和感の有無を訪ねるものである。

2.2.2 平均訴え率について

CFSI では、心身の症状・違和感の有無を訪ねる設問について、項目ごとに「訴え者率」を求める。「訴え者率」とは、各症状項目について、該当したと応えた人たちの割合である。各質問への応答結果は「特性項目」への応答傾向を判定するにあたっての基礎的な資

料となる。

CFSI の結果を集団について用いる場合は、得られた応答結果を対象集団について特性項目群別の「平均訴え率」を算出する。

$$\text{平均訴え率} = \frac{\text{当該特性における訴え総数}}{\text{各特性の項目数} \times \text{対象人数}} \times 100 (\%)$$

(「蓄積的疲労徴候調査」について、1987より引用)

「平均訴え率」は上式による。すなわち、各特性別に1人当たり平均何個の「訴え数」があったかを%で示したものである。この場合の対象集団とは、男女別、事業所別、職場、職種別、年齢段階別などである。すなわち、各特性別に1人当たりの「訴え数」がどれだけあったかを百分率で示したものである。

CFSI の結果を個人に用いる場合は、個人の特性における訴え数を該当特性の項目数で除すことで求められる(下式)。

$$\text{訴え率} = \frac{\text{当該特性における訴え総数}}{\text{各特性の項目数}} \times 100$$

2.2.3 CFSI 応答パターン

対象者および、対象集団の特性別平均訴え率を8特性 (Table.2-1-1) について算出し、その値を「基本パターン」に載せ図示することで、視覚的にその個人あるいは集団の蓄積的疲労徴候の特性パターンを把握することが可能であるとされている。

2.2.4 主パターン

「基本パターン」(レーダーチャート)から、主パターンを見極める。

主パターンとは、各特性の平均訴え率の度合いを示すための段階区分のことである。

- 1) 各特性の平均訴え率が、「基本平均訴え率」を全て下まわる。
- 2) 各特性の平均訴え率が、およそ「基本平均訴え率」に近く、その前後にある。
- 3) 各特性の平均訴え率が、大体「基本平均訴え率」と「70パーセンタイル値」の中間に位置している。
- 4) 各特性の平均訴え率が、およそ「70パーセンタイル値」の前後に位置する。
- 5) 各特性の平均訴え率が、「70パーセンタイル値」をほとんど越える。

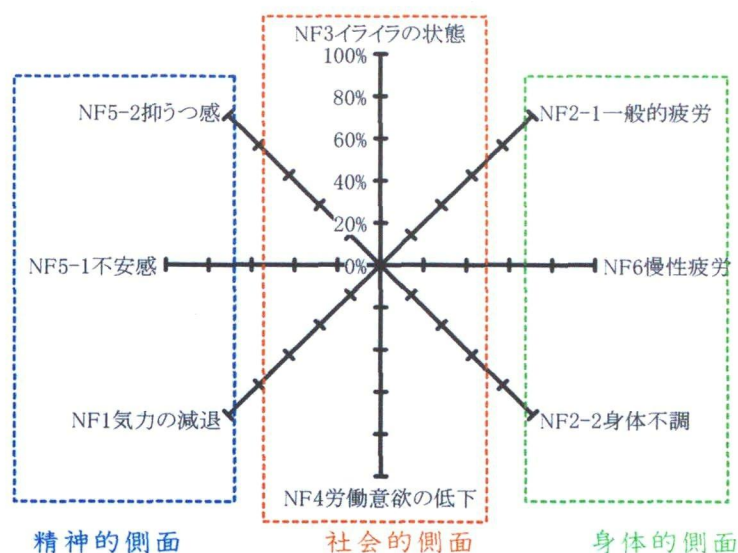


Figure.2-1-1 「基本パターン」図上で示されるの負荷の側面

2.2.5 基本パターンの特徴

基本パターンのレーダーチャートは、Figure.2-1-1 に示したようなパターンである。すなわち、気力の減退（NF1）項目、不安感（NF5-1）項目、抑うつ感（NF5-2）項目は精神的側面を表す。また、身体的側面を表す項目としては、一般的疲労（NF2-1）と身体不調（NF2-2）および、慢性疲労（NF6）を一郡としている。残りのイライラの状態（NF3）項目と労働意欲の低下（NF4）項目は、社会的側面を示す。

2.3 CFSI の本研究における使用について

“本質問紙は、一般の勤務者を前提として作られているが、自営などその他の人たちを対象とする場合は、設問を一部変更して使用することができる（CFSI マニュアル, 2002）。”また、職場の健康管理のために対象職場の組織制度や労働実態を把握する立場から対象集団の平均訴え率を算出し、対象集団そのものの特性を示すこと、集団特性を「CFSI 応答結果基本パターン」として示したその上で個人特性（応答パターン）を読み取ることを最終目的としている。これら、CFSI の“対象集団の特性を示す”という特徴から、学生という集団を対象とした本研究でもこの質問紙の活用が可能であると考えられた。しかしながら、第1章においては、顕著に疲労していると考えられた時間的拘束の多い学生のCFSI 訴え率が必ずしも高くはなかった。

そこで、本章では、CFSI を用いるにあたり、実際に慢性的にストレスを感じる場面において、非勤労者である学生に訴え率に変化が生じるか、学生を対象として、CFSI を適切に用いるための検討をおこなう。また、カテコールアミンを用いた唾液指標についても検討をする。

第2節 大学生の長期にわたる試験ストレスが唾液中 MHPG 濃度，HVA 濃度におよぼす影響

1. はじめに

試験は、誰もが経験しうる代表的なストレッサーと言えるであろう。試験前になると学生は不安に駆り立てられたり、緊張、興奮したりすることが知られている。また、Glaser, Kiecolt-Glaser, Stout, Tarr, Speicher & Holliday (1985)は、医学生を対象に試験一ヶ月前と試験中に、それぞれ心理テストと採血をおこない、試験中のNK細胞の活性低下とEBウイルス抗体価上昇を見だし、試験が主観的にも客観的にもストレッサーであることを示した。更に、Jemmott & Magloire (1988)は、歯学生を対象に、卒業試験の5日前、試験期間中および試験終了後14日において、それぞれ心理テストと唾液採取をおこなった。その結果、試験期間中に主観的なストレスがもっとも高値を示し、このときの唾液中s-IgAによる免疫活性が顕著に低下していたことを見いだした。歯学など医療系の国家試験を控えた学生にとって卒業試験は、人生を左右する大切な試験のひとつである。したがって、Jemmott & Magloireが示したように、卒業試験は継続的な勉強を要求され、試験数ヶ月前から受験学生にとっては長期的なストレス状態であると思われる。

一方、MHPG (3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol) はノルアドレナリンの代謝産物であり、HVA (homovanillic acid) はドーパミンの最終代謝産物である。血漿中と唾液中のMHPG および HVA 濃度には高い相関があることが先行研究でも認められており、特にMHPG は不安障害やうつ病の指標として期待されている (Yang, Yehuda., Holland & Knott, 1997)。この測定に関しては、永・清水・田丸・戸塚 (2002)、永・清水・須賀・米澤 (2002) が高速液体クロマトグラフィー法・3-カラムスイッチング方式による唾液中の遊離型 MHPG および遊離型 HVA の同時分析に成功している。しかしながら、MHPG および HVA に関してストレス状態との関係を検討した研究は数少ない。そこで本研究では、国家資格試験受験を控えた健常な学生を対象に、国家試験受験に大きく影響する卒業試験前のストレス状態期の学生と国家試験勉強が本格化していない平常期の学生とを比較することで、慢性ストレスが生活体におよぼす影響と唾液中 MHPG 濃度・HVA 濃度のストレス指標としての可能性を検討する。また、非勤労者である学生の CFSI の訴え率が、慢性ストレス事態を反映しうるかの検討もおこなう。

2. 方法

2.1 実験手続き

実験は、臨床検査技師国家試験を受験予定の学生の平常状態と国家試験受験資格を得る卒業試験前日の調査をすることでおこなわれた。実験参加者は同学年の同クラスから抽出した。学年初めの4月の実施を「平常期群」、ストレス期と考えられる卒業試験前の1月実施を「ストレス期群」と定義した。実験参加者は、60分間以上の座位安静の後に唾液を採取し、それぞれの質問紙に回答をした。採取唾液からは、唾液中コルチゾール濃度および唾液中MHPG濃度・HVA濃度を測定した。得られた結果それぞれに関して両群を比較検討した。

2.2 実験参加者

本実験には、臨床検査技師国家試験を受験する短期大学3年生が参加した。実験参加者は、平常期群16名(女性16名。全員20歳)、ストレス期群16名(女性12名、男性4名。平均年齢20.9 ± 0.5歳)であった。全ての参加者から、実験への参加承諾を文書で得た。

2.3 慢性的ストレス評定

慢性ストレス状態を評価する目的で作成された、蓄積的疲労徴候インデックス(CFSI)を用いて、日常的な心身の状態を参加者が主観的に評価した(越河・藤井, 2002)。

2.4 気分評定

2.4.1 快適感および覚醒感

気分を評定する目的で、アフェクトグリッド(Affect-grid)法を用いて、参加者全員の快適感および覚醒感を測定した。

アフェクトグリッド法は、Russell, Weiss, & Mendelsohn (1989)によって考案された、感情空間への記入評定法である。本研究では、横軸は「快-不快」、縦軸は「覚醒-不覚醒」の2次元からなるアフェクトグリッドを用い、各次元について、1から9までの9段階で回答を求めた(Figure.2-2-2)。

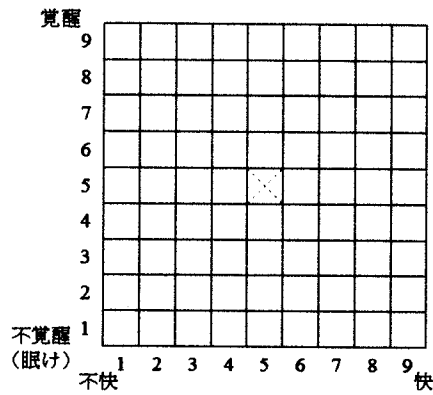


Figure.2-2-2 アフェクトグリッド

2.4.2 不安状態

参加者全員に日本語版 状態・特性不安インベントリー (State trait anxiety inventory ; 以下 STAI と略す) に回答を求めた。

STAI は、スピルバーガーらが作成し中里・水口 (1982) が日本語版を刊行した自己評価型不安尺度の一つである。STAI は広く臨床や心理療法場面でも用いられる検査法であり、刻々と変化する不安状態 (状態不安) と不安になりやすい性格傾向 (特性不安) を分けて測定できるという特徴がある。本研究においては状態不安に関する測定をおこなった。

2.5 唾液試料

2.5.3 唾液採取

唾液採取は、Salivette (SARSTEDT 社製, ドイツ) のクエン酸無しの綿筒タイプによった。採取時間は、授業や試験が終わる時間である 15~16 時とした。実験参加者には予め唾液採取日と時刻を提示し、実験開始前 1 時間の飲食を禁止した。また、実験開始前に水道水による口腔内洗浄を求めた。唾液採取時は条件を一定にするために、綿筒の咀嚼と口腔内保持時間を統制した。採取した唾液は、3500 rpm で 4 分間遠心し、測定まで -30℃以下で凍結保存した。

2.5.4 唾液中コルチゾール濃度測定

唾液中コルチゾール濃度は、酵素免疫抗体法を用いて測定した。実際には、ハイ・センシティブ・サリバリ・コルチゾール・エンザイム・イムノアッセイ・キット (High Sensivity Salivary Cortisol Enzyme Immunoassay Kit : サリメトリック社製, アメリカ) に

て、総コルチゾール(遊離型+蛋白結合型)をマルチスキャン JX 検出器(Multiskan JX : サーマエレクトロン社製, アメリカ)を用いて波長 450 nm で測定, 定量した。

本研究で用いた酵素免疫抗体法は, 抗原抗体反応を利用した迅速分析法である。分析法の原理は以下の通りであった。すなわち, はじめに, 唾液中のコルチゾールに対する特異抗体を吸着させ, これに唾液中のコルチゾールを抗原特異的に結合させた。次に, 検出用酵素を標識した固相の抗体と異なるエピトープを持つ標識抗体を加えた。抗原抗体反応後には, 固相上に結合した抗原量に応じた標識抗体が結合していた。ここに標識酵素と反応する基質を加え, 生じたコルチゾールとの反応物発色を測定することでコルチゾールの量を測定した。

2.5.5 唾液中 MHPG 濃度および HVA 濃度測定

MHPG (3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol) 濃度と HVA (Homovanillic acid)濃度は, 永らの方法(2002)を用いて高速液体クロマトグラフィー法-3-カラムスイッチング方式により, MHPG 濃度および HVA 濃度を, 蛍光光度検出器を用いて励起光 280 nm, 蛍光 320 nm にてそれぞれ測定, 定量した(カラム, 装置共に資生堂社製, 日本)。

高速液体クロマトグラフィー (High Performance Liquid Chromatography : HPLC) は, さまざまな有機化合物の分離や定量のための代表的な手法として, 幅広く利用されている。本研究では, 充填剤を詰め込んだカラム(固定相)にアセトニトリル混合溶媒液(移動相)を流しながら, 移動相に唾液を混ぜて固定相を通過させることで唾液の成分分離をおこなった。その後, 蛍光吸収光の検出器を用いて分析した。本研究で用いた前処理カラム用の移動相は 100 mM 酢酸バッファー (pH5.0)を使用し, 分析カラム用の移動相は 100 mM リン酸バッファー (pH6.5) とアセトニトリルの混合液 (100 mM リン酸バッファー : アセトニトリル=97:3)を使用した。

2.6 統計的解析

得られた結果それぞれに関して, 平常期群とストレス期群を Student-*t* 検定により比較した。また, 唾液試料から得られた生化学的測定の結果と慢性ストレス評価および気分評価の各項目に関して, Pearson の相関係数を算出し, 無相関検定(両側)もおこなった。

3. 結果

3.1 慢性的ストレス評価

CFSI 合計得点の両群の平均値は、平常期群 242.8 ± 164.0 点、ストレス期群 293.3 ± 162.2 点であった。合計得点に関して t 検定をおこなった結果、群間に有意な差が認められた ($t(29)=2.63, p<.05$)。すなわち、ストレス期群は蓄積した心身の状態の訴えが高くなっており、慢性的なストレス感が高いことが明らかとなった (Figure.2-2-3)。

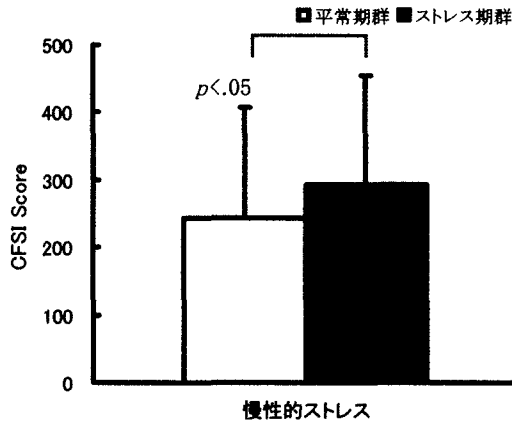


Figure.2-2-3 CFSI 合計訴え得点の平均値

尚、CFSI の得点幅 (0 ~ 800 点) を考慮して、角変換後 ($\text{Sin}^{-1} \sqrt{x}$) の得点を用いて検定をおこなった。また、CFSI の各項目についても両群間の t 検定をおこなった結果、一般的疲労感 ($t(29)=2.24, p<.05$) と身体不調感 ($t(29)=2.61, p<.05$)、イライラの状態 ($t(29)=2.19, p<.05$)、不安感 ($t(29)=2.63, p<.05$)、抑うつ感 ($t(29)=2.20, p<.05$) の 5 項目でストレス期群の方が平常期群よりも CFSI 得点が高いことが明らかとなった (Figure.2-2-4)。CFSI 各項目の角変換後の得点は、Figure.2-2-4 のテーブルに示した。

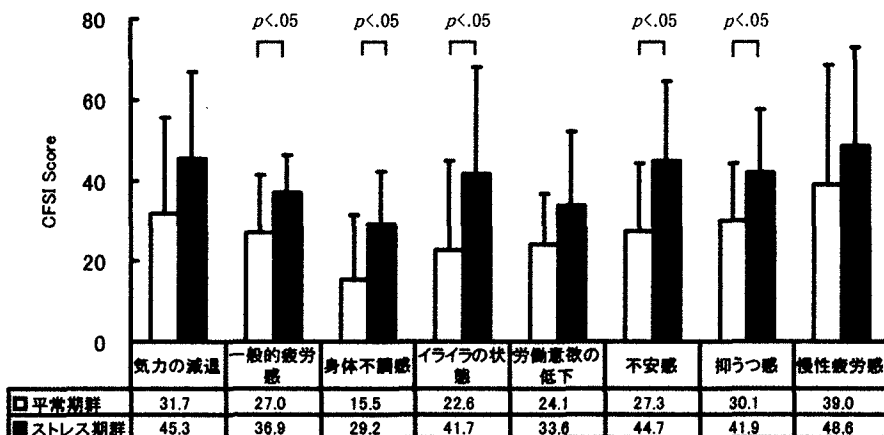


Figure.2-2-4 CFSI 各項目の両群比較

3.2 気分評定

3.2.6 アフェクトグリッド法による気分評定

快適感の両群の平均得点は、平常期群 6.3 ± 1.4 点、ストレス期群 5.6 ± 1.6 点であった。覚醒感に関しては、平常期群 6.6 ± 1.3 点、ストレス期群 6.5 ± 1.4 点であった。 t 検定をおこなった結果、快適感・覚醒感ともに両群間に有意な差は認められなかった。

3.2.7 STAI-state による不安状態の評定

不安状態の T 得点の平均値は、平常期群 38.2 ± 6.0 点、ストレス期群 45.3 ± 11.2 点であった。T 得点に関して t 検定をおこなった結果、群間に有意な差が認められた ($t(29) = 2.24, p < .05$)。すなわち、ストレス期群の方が平常期群よりも T 得点が高く、不安状態にあったことが明らかとなった (Figure.2-2-5)。

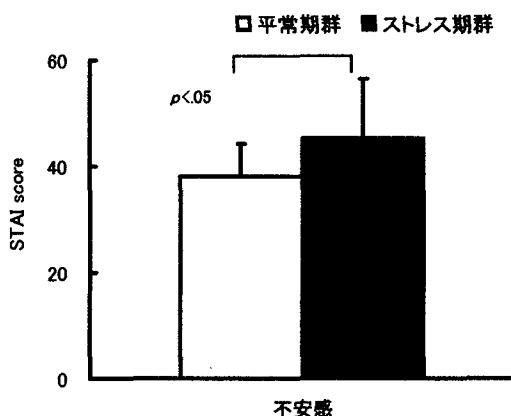


Figure.2-2-5 STAIによる不安感の両群

3.3 生化学的測定

3.3.8 唾液中コルチゾール濃度

両群の唾液中コルチゾール濃度の平均値は、平常期群 0.04 ± 0.04 $\mu\text{g/dl}$ 、ストレス期群 0.14 ± 0.16 $\mu\text{g/dl}$ であった。 t 検定の結果、群間に有意な差は認められなかった。

3.3.9 唾液中 MHPG 濃度

唾液中 MHPG 濃度は、平常期群 8.5 ± 4.0 ng/ml 、ストレス期群 38.9 ± 10.3 ng/ml であった。 t 検定の結果、群間に有意差が認められ、ストレス期群の方が平常期群よりも MHPG 濃度が有意に高いことが明らかとなった ($t(29) = 2.66, p < .05$) (Figure.2-2-6)。

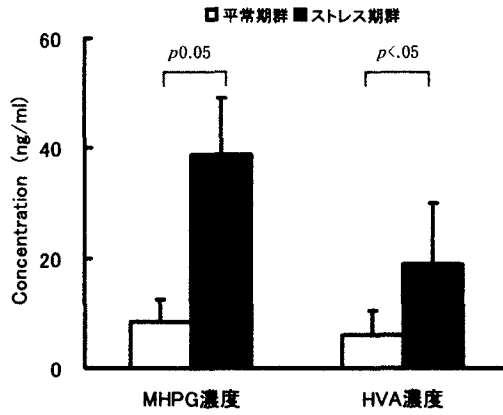


Figure.2-2-6 MHPG および HVA 濃度の両時期の比較

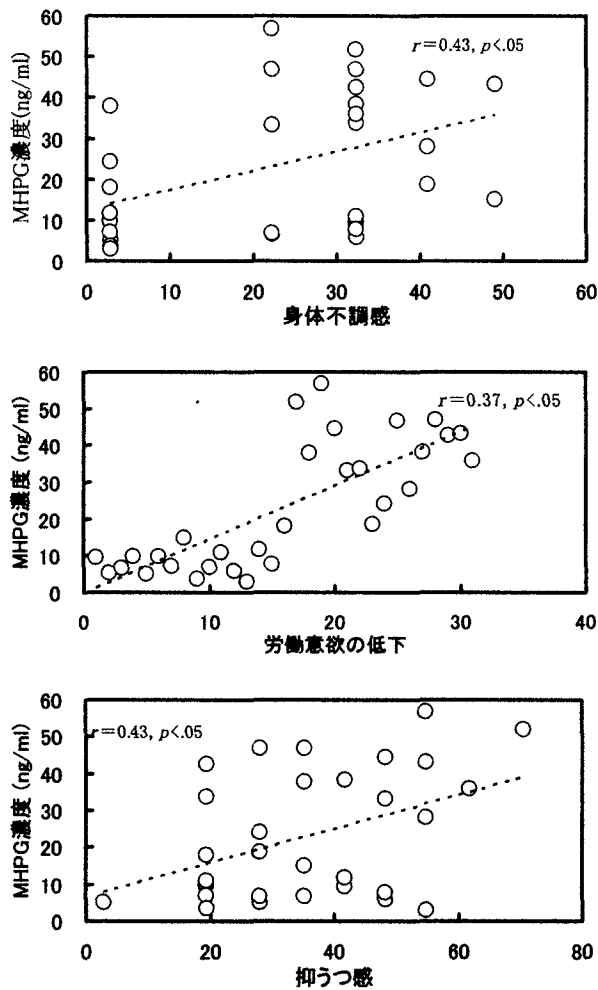


Figure.2-2-7 CFSI 項目と MHPG 濃度との相関

身体不調感と MHPG 濃度(上段), 労働意欲の低下感と MHPG 濃度(中段), 抑うつ感と MHPG 濃度(下段)

また、MHPG 濃度と CFSI の各項目に関して Pearson の相関係数の算出と無相関検定をおこなった結果、MHPG 濃度と CFSI の NF2-2：身体不調項目 ($r=0.43, p<.05$)、NF4：労働意欲の低下項目 ($r=0.37, p<.05$) および、NF2-2：抑うつ感項目 ($r=0.43, p<.05$) との間に有意な正の相関が認められた (Figure.2-2-7)。加えて、MHPG 濃度は前日の睡眠時間との間に有意な負の相関が認められた ($r=-0.57, p<.01$) (Figure.2-2-8)。

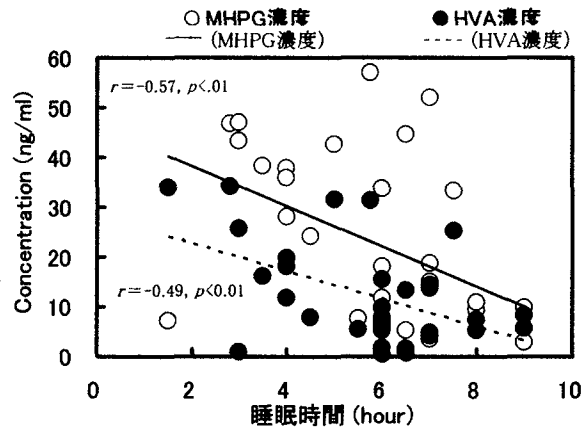


Figure.2-2-8 睡眠時間と MHPG 濃度・HVA 濃度との関係

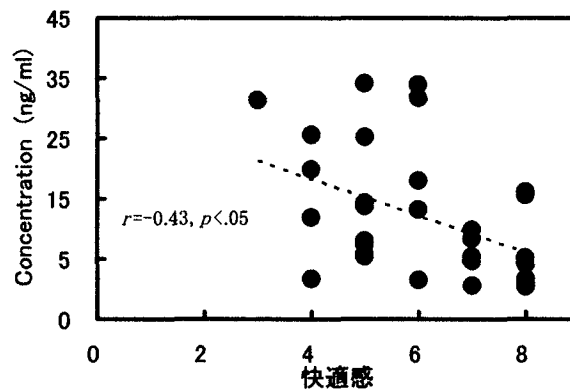


Figure.2-2-9 快適感と HVA 濃度との関係

3.3.10 HVA 濃度

唾液中 HVA 濃度は、平常期群 6.1 ± 4.4 ng/ml、ストレス期群 19.0 ± 11.1 ng/ml であった。 t 検定の結果、ストレス期群の方が平常期群よりも HVA 濃度が有意に高いことが明らかとなった ($t(29)=10.72, p<.01$) (Figure.2-2-6)。また、HVA 濃度と質問紙の結果に関して相関係数と無相関検定をおこなった結果、HVA 濃度と気分評定の快適感 ($r=-0.43, p$

く.05) (Figure.2-2-9), 前日の睡眠時間 ($r=-0.49$, $p<.01$) との間に負の相関が認められた (Figure.2-2-8)。

4. 考 察

本研究では、非勤労者である学生に CFSI が使用可能であるかを検討した。また、平常状態の学生たちと卒業試験前の学生たちを比較することで、慢性ストレスが生活体におよぼす影響と、唾液中 MHPG 濃度および HVA 濃度のストレス指標としての可能性も検討した。

本研究では、長期にわたる試験勉強による慢性ストレス事態であるストレス期群の CFSI 合計得点が、平常期群よりも明らかに高値を示した。このように、CFSI 合計得点および STAI による不安状態測定の結果から、ストレス期群は平常期群より明らかにストレス状態にあることが認められた。しかしながら、アフェクトグリッド法による気分評定の結果と唾液中コルチゾール濃度の結果から、ストレス期群にのみ実験直前に特別な一過性のストレス事態があったとは考えにくい。したがって、ストレス期群は平常期群よりも慢性的なストレス状態であったことが示された。これらの結果から、CFSI は学生を対象とした場合においても、慢性的なストレス状態である蓄積的疲労を測定することが可能であると考えられた。

MHPG に関しては、血漿中と唾液中の MHPG および HVA 濃度には高い相関があることが先行研究でも認められており、特に MHPG は不安障害やうつ病の指標として期待されている。今回の実験においても、ストレス期群の方が、平常期群よりも STAI による状態不安得点が有意に高かった。したがって、ストレス期群が平常期群よりも MHPG 濃度が高値を示したのには、不安感などのストレスが影響をしたと考えられる。

一方、MHPG と CFSI の抑うつ感項目とは正の相関が認められた。CFSI の抑うつ感項目は鬱積した感情や気分停滞などが示され、負担の評価判定にあたって重要な手がかりとなっており、本研究のような長期的なストレス事態においては唾液中 MHPG が少なからず健常者の精神機能を反映しうる可能性が示された。また、CFSI において、労働意欲の低下項目は自分の生活や環境についての構えや態度を反映し、社会的負荷自体の表現である。身体不調項目は心身にかかる負荷を表現している。本研究は、これらの CFSI 項目と

MHPG 濃度との間に正の相関が認められたことから、MHPG は環境への適応の程度を反映しているとした先行研究を支持した。

一方、本研究においては HVA 濃度は、快適感と前日の睡眠時間との間に負の相関が認められた。睡眠と下垂体前葉で合成分泌される成長ホルモン (growth hormone; GH) との関係はよく知られており、成長ホルモン分泌に視床下部のドーパミン作動性神経が影響する因子であることもよく知られている (本郷・広重・豊田, 2005)。このように、ドーパミンと覚醒との間には深い関わりがあると考えられる。したがって、本研究で見いだされた HVA と睡眠時間との相関関係は、唾液中の HVA が、視床下部のドーパミンを反映している可能性を示している。すなわち、前日の睡眠不足による眠気から覚醒をあげるためにドーパミンが放出された結果であると考えられる。また、HVA はドーパミンの最終代謝産物であり、ドーパミンが周囲の環境適応に関連して増すことがわかっている。ドーパミンは神経伝達物質であり、快適感には深い関係があることが一般的にも知られている。本研究では、HVA 濃度と快適感の間には負の相関が認められた。このことは、長期にわたり計画的行動をする場合には、ドーパミンは不快感情を打ち消すために分泌される可能性を示唆している。

ストレスの要因として、労働時間、労働内容、労働環境 (温度、空気汚染、騒音など) があげられる。しかし、過労死を考えると、もっとも大きな要因の1つとして長時間労働による睡眠不足が挙げられる (福島, 2004)。睡眠不足は、血圧や心拍数を上昇させる作用のある交感神経を活性化する。2001年の厚生労働省の報告によると、一日3～4時間の睡眠では翌日の血圧と心拍数の有意な上昇を生じ、4時間以下では虚血性心疾患の死亡率が、7時間前後の人に比べて2.08倍であるとされている。また、長期にわたる一日4～6時間以下の睡眠不足では、脳・心臓疾患の有病率や死亡率が高くなるとされている (厚生労働省報告書, 2001)。さらに、睡眠と不安・抑うつ感やストレス感との間にも深い関わりがあることが先行研究でも述べられている (荒井・中村・木内・浦井, 2006)。

これらのことから、HVA 濃度を測定することは、睡眠の客観的な指標ともなり得る可能性が考えられ、ストレスマネジメントを考える上でも重要な測度となり得る可能性が示された。

第3節 学生における自覚された心身の状態の実態調査

1. はじめに

前節では、慢性ストレス事態における大学生の CFSI 訴え得点が高値を示し、非勤労者である大学生においても CFSI が有効であることが確認された。しかしながら、非勤労者である大学生に CFSI を使用するには、学生母集団の特徴を基本のパターンを把握しておくことが大切であると考えられた。そこで、本調査は、本研究の母集団である学生におけるストレス状態の自覚の実態を把握することを目的として実施された。また、所属集団、つまり大学・学校の特徴によって、日常的にストレス状態に相違があるが考えられる。そこで、それぞれ特徴のある大学・学校の学生・生徒を比較することで、所属母集団による慢性的なストレス感の違いの実態を調査した。

2. 方法

本調査では、対象者に、CFSI への回答を求めた。このとき、同時に、週当たりの労働あるいは修学時間と日常的な労作（労働・運動量）および、最近の状況（忙しさ）の回答も求めた。

2.1 対象

18歳以上の大学生および専門学校生、合計243名を対象とした。対象者は、S文系大学大学生124名（女性110名、男性14名）平均年齢 20.6 ± 4.0 歳。F医療系大学大学生91名（女性73名、男性17名、不明1名）平均年齢 20.9 ± 0.7 歳および、T専門学校生徒28名（女性28名、平均年齢 19.8 ± 0.84 歳であった。この内、有効回答数は、241（S大122、F大91、T校28）であり、有効回答率は99.2%であった。

2.2 期間

2003年12月17、19、22日の内の1日とし、いずれも午後に実施した。

2.3 場所および方法

講義終了時間の20分ほど前を使用した。調査についての説明書面を読み上げた後、調査協力を申し出た。すすんで協力を了承した学生には、その場に着座を求めた。その後、質問紙を配布し各自の筆記用具を用いての回答を得た。回答が終了した人から順次、退出時に調査者への手渡しにて、質問紙の回収をおこなった。

3. 結果

3.1 分析方法

統計的解析は、NF1（気力の減退）、NF2-1（一般疲労感）、NF2-2（身体不調）、NF3（イライラの状態）、NF4（労働意欲の低下）、NF5-1（不安感）、NF5-2（抑うつ感）、NF6（慢性疲労感）の各8項目および、合計訴え率それぞれについて、学校（S大、F大、T校）を要因とした対応のある一元配置の分散分析がおこなわれた。このとき、CFSIの得点幅を考慮して、角変換後（ $\text{Sin}^{-1} \sqrt{x}$ ）の得点を用いて分散分析をおこなった。

次に、一週当たりの修学時間とアルバイトなどの就労時間およびその合計時間、忙しさ、日常労作について学校を要因とした分散分析がおこなわれた。

尚、統計処理には、Windows XP上で作動するSTAR4.4.1 Jが用いられた。

3.2 慢性的ストレス評定

CFSI合計得点の各集団の平均値は、S大は 328.2 ± 168.1 点、F大は 277.5 ± 121.5 点、およびT校は 316.9 ± 146.6 点であった。合計得点に関して学校要因（S大、F大、T校）の分散分析をおこなった。その結果、群間に有意な効果が認められた $\{F(2,240)=3.05, p<.05\}$ 。LSD法による多重比較の結果、S大学がF大学よりも有意に高値を示した $(p<.05)$ 。すなわち、S大学の学生の方がF大学生よりも日常生活場面での心身症状を感じていたことが明らかとなった（Figure.2-3-10）。

また、CFSIの各項目に関しても学校要因（S大、F大、T校）の分散分析をおこなった。その結果、NF1（気力の減退） $\{F(2,240)=3.67, p<.05\}$ とNF6（慢性疲労） $\{F(2,240)=35.20, p<.05\}$ 項目において大学間に有意な効果が認められたので、これら2項目についてそれぞれ、LSD法による大学間の比較をおこなった。その結果、気力の減退（NF1）

項目においては、S 大学は F 大学に比して、有意に高値を示した ($p<.05$)。すなわち、S 大学の学生の方が、F 大学の学生よりも気力不足の状態や意思面の減少を感じていることが明らかとなった (Figure.2-3-11.)。また、慢性疲労 (NF6) 項目においては、S 大学の値は、F 大学よりも有意に高いことが認められた ($p<.05$)。すなわち、S 大学生の方が F 大学生よりも疲れ感が停滞している状態や忙しさなどを感じていることが明らかとなった (Figure.2-3-11)。

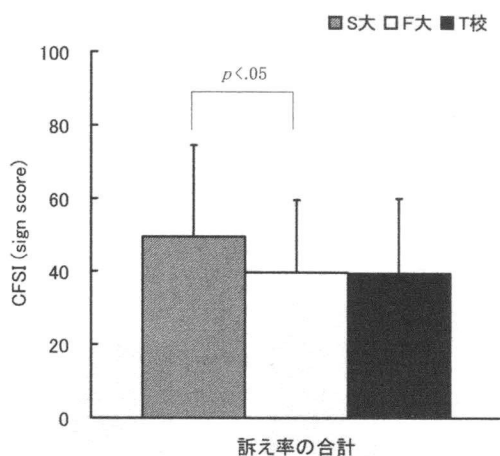


Figure.2-3-10 CFSI 質問紙の合計訴え率における比較

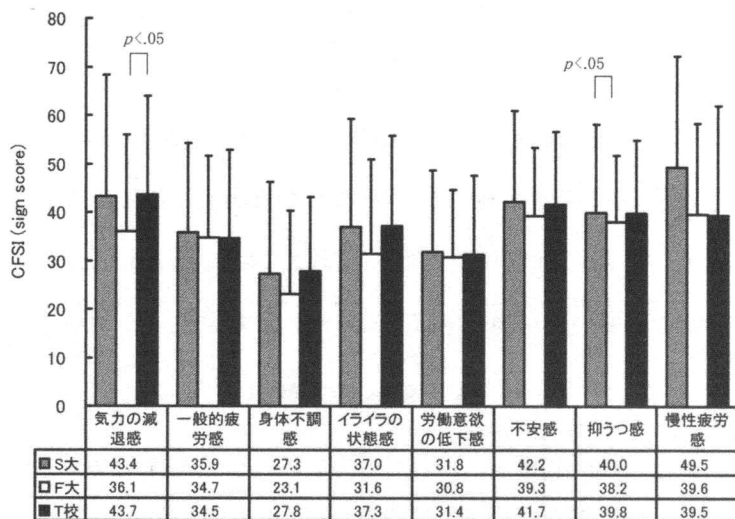


Figure.2-3-11 CFSI 質問紙項目における大学別の訴え率比較

3.3 その他の項目

その他の項目における分散分析の結果、修学時間とアルバイトなどの就労時間の合計時間 $\{F(2,240)=8.51, p<.05\}$ (Figure.2-3-12) と修学時間 $\{F(2,240)=8.00, p<.01\}$ 、就労時間

{ $F(2,240)=22.60, p<.01$ } (Figure.2-3-13) および、状況変化 { $F(2,240)=12.34, p<.01$ } (Figure.2-3-14) において、大学間に有意な効果が認められた。運動量に関しては、交互作用にも要因にも有意な効果は認められなかった { $F(2,240)=2.92, ns$ }。したがって、これらの項目について大学間での比較をそれぞれおこなった。その結果、就労時間 ($p<.01$)、状況変化 ($p<.01$) および、合計時間 ($p<.05$) の3項目において、S大学とF大学間に有意な差が認められた。すなわち、S大学の学生の方がF大学の学生よりもアルバイトなどの就労時間が多く、また、調査時期には「いつもより忙しい」と感じていたと考えられる。

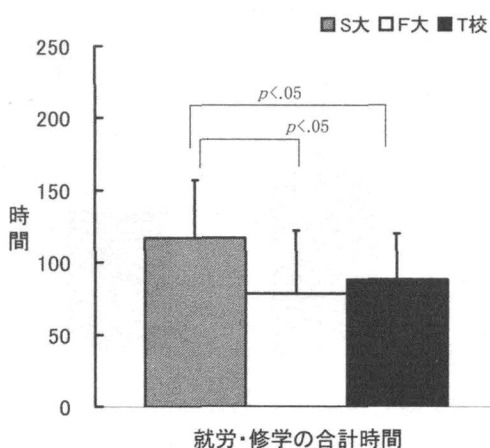


Figure.2-3-12 一週当たりの修学・就労合計時間の比較

また、合計時間においてS大学生とT校生間に有意な差が認められた ($p<.05$)。就労時間ではF大学生とT校生間に有意な差が認められた ($p<.01$)。また、修学時間においてT校生とS大学生・F大学生間に有意な差が認められた (共に $p<.05$)。すなわち、T校生はF大学生よりも就労時間が多いが、修学時間がF・S両大学生よりも少ないと考えられた。

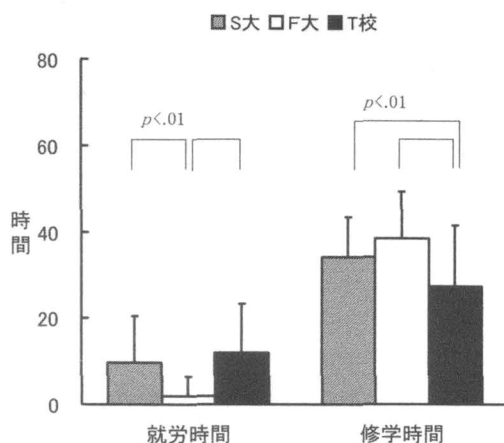


Figure.2-3-13 大学別の就労時間および修学時間 (一週間当たり)

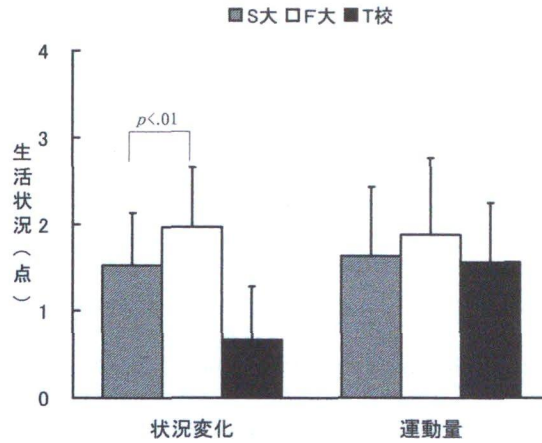


Figure.2-3-14 ここ数日間の生活状況

生活状況は、得点が高いほど忙しさや運動量が増大することを示す。

4. 考察

4.1 大学間の比較

大学別の CFSI 訴え率を視覚的に表現するために用いられるレーダーチャートグラフに示した (Figure.2-3-15)。

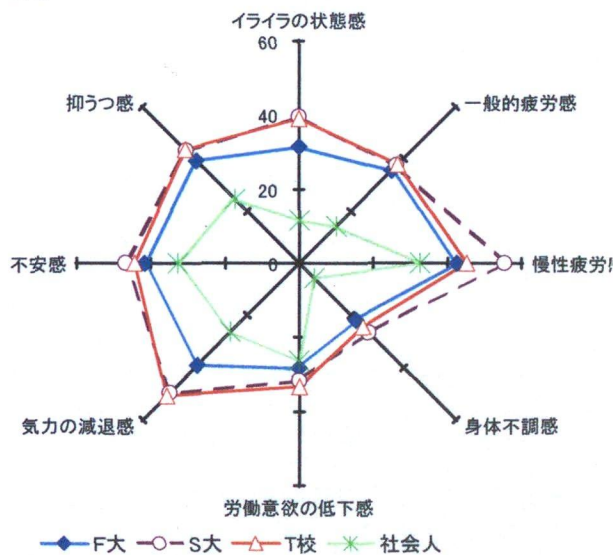


Figure.2-3-15 勤労者平均と学生平均との比較

4.1.1 自覚された心身の状態

Figure.3-3-14 で示したようにレーダーチャートグラフを用いて視覚的に眺めると、同

年代の学生・生徒が自覚している心身の症状・状態は、専攻や大学にほとんど左右されないように見受けられる。しかしながら、S 大学生の「気力の減退」と「慢性疲労」の訴えが F 大学生に比べて有意に高値を示したという分析結果より、S 大学生が“へばった”と強く感じ、“追い立てられている”と自覚しており、身体的な負荷を強く感じていることが示された。これは「状況変化」項目において F 大学生よりも S 大学生の方が「このところいつもより忙しかった」と多く回答していることからもうかがわれた。一方、修学時間とアルバイトを含む就労時間に関する分析の結果では、S 大学生は F 大学生と T 校生に比べて、修学・就労時間が有意に高値を示した。すなわち、S 大学生は、他の 2 学の学生よりも忙しく過ごしており、“追い立てられている”ように感じていたのであろう。したがって、本調査の結果から、CFSI 得点は大学生の心身症状や状態を反映していることが確認された。また、CFSI を使用するにあたっては、対象母集団の特徴を予め調査しておく必要があることも示唆された。

第4節 本章の総合考察

1. 大学生と CFSI

本章では、非勤労者である学生を対象としたときにも、慢性的にストレスを検出する目的で作成された CFSI が利用が可能であるかを感じる場面において、非勤労者である学生に訴え率に変化が生じるかの検討をおこなった。第1節では、長期にわたる試験勉強期間と平常の学生生活期間の CFSI 訴え得点を比較した。その結果、慢性ストレス事態では CFSI 得点は明らかに高値を示し、学生を対象とした場合でも CFSI を用いて蓄積的疲労を測定することが可能であることが示唆された。

第2節では、大学・学校の特徴の違いが学生の慢性的なストレス感に影響するかを質問紙を用いて調査した。その結果、調査対象であった S 大学、F 大学および T 校のうち、文系の総合大学である S 大学生が最も強くストレス状態を感じていることが判明した。

医療系の大学では、学生が将来、人の命を預かることを前提とした講義や実習を行っていることが知られている。また、技術系の学校では、そのカリキュラムから、顧客満足に重点を置いた実践的な技術実習を中心とした講義がおこなわれていることが伺われる。これらの実習によって、常に学生はある程度の緊張感を持っていると考えられる。実際、質問紙実施時におこなった教員へ聞き取り調査でも、特に実習時はある程度、学生の緊張状態が維持されるとの回答を得ている。しかしながら、このような緊張感のある実践的な講義や実習をおこなうことが、文系総合大学での講義中心の学生生活と比べて、学生・生徒に強いストレス状態を感じさせる原因になっているのではなく、他の要因が関与している可能性を示しているものと思われる。

1.1 修学・就労時間

本章の結果では、S 大学生の慢性ストレス感が、他の2学校に比して有意に高いことが認められた。原因を考えるために、修学時間とアルバイトを含む就労時間に注目をした。分析の結果、S 大学生は F 大学生と T 校生に比べて、修学・就労時間が有意に高値を示した (Figure.2-3-12)。この結果は、労働衛生を考える上でも興味深い。CFSI において不満や人間関係の摩擦を示す「イライラの状態」、自分の生活や環境に対する評価や構えである生活の質（キツイ、単調など）への訴えである「労働意欲の低下」、精神的側面の負担を示す「不安感」、うっ積した感情や気分の停滞などが表現される「抑うつ感」などの心理的ストレス・負担の評価判定の重要な手がかりとなる項目において、学校間には

差がなく、“忙しく追い立てられている”，“へばった”を表現する2項目の過重労働への反応が、そのまま合計訴え率に反映されていた。一方、無作為任意の聞き取り調査では、S大学生は「バイトは時折、掛け持ちもする」ほど忙しく過ごしているが、余暇時間は余暇に使っているとの回答であった（5名中3名）。これは「余暇時間の殆どは、課題や勉強時間に充てている」と回答したF大学生（7名中7名）と対照的であった。S大学生はまた、アルバイトの目的は「遊びや買い物のため」と回答している（5名中5名）。ここからS大学生の労働は、遊びや楽しみのための自主的なものである様子が伺い得る。このことは、例えば楽しみのためにおこなわれる労働であっても、過剰であると負担に感じることを示唆していると考えられる。すなわち、慢性的なストレスを考える際に、人間関係ややる気などの精神的な面だけがストレスとなり得ないことを示していると思われる。したがって、本調査において対象の3学の内、一週当たりの修学・就労合計時間が最も多かったS大学生が、最も強くストレス状態を自覚したと言う事実から推測されるように、過重労働は厚生労働省も示しているとおおり、慢性的なストレス状態を作り出す上で重要な役割を演じていると考えられる。

1.2 勤労者との比較

越河・藤井（1987）によると、勤労者のCFSI合計訴え率平均は170.4点（女性177.9，男性162.8）である。対して、本調査の対象者の訴え率平均は221.9点（女性309.6，男性286.9）であった（Figure.2-3-15）。

勤労者を対象とした調査でも、越河・藤井（1987）は“年齢の低い人たちは、一般的に訴え率が高く、高い年齢層ではそれが低いという傾向がある”と報告している。この越河らの報告における“年齢の低い”は20歳代と30歳代前半を指す。したがって、今回の調査の対象者は、ちょうど、この高い訴え率を持つ年齢層にあたると言える。この理由としては、若年層がストレスに対して非常に敏感であることの現れであり、また、ストレスへの精神的な抵抗力が比較的低いことが挙げられる。

2. 唾液中 MHPG 濃度および HVA 濃度

2.1 慢性ストレスと MHPG 濃度および HVA 濃度

第1章では、CFSI訴え得点の検討と共に、平常状態と卒業試験前の学生を比較することで、慢性ストレスが生活体におよぼす影響と唾液中 MHPG 濃度および HVA 濃度のス

トレス指標としての可能性を検討した。

前述したとおり、MHPG はノルアドレナリンの最終代謝産物であり、HVA はドーパミンの最終代謝産物である。血漿中の MHPG は髄液中の MHPG との間には高い相関が示されている。しかしながら、唾液中に見いだされるこれらの物質が、視床下部や下垂体由来するかについては、疑問な点があった(山田・矢島・津田・山内・前田・田中, 1999)。

本実験では、MHPG と CFSI の抑うつ感項目と正の相関が認められ、長期的なストレス事態においては唾液中 MHPG が少なからず健常者の精神機能を反映しうる可能性が示された。また、HVA 濃度では、快適感と前日の睡眠時間との間に負の相関が認められた。本研究で見いだされた HVA と睡眠時間との相関関係は、唾液中の HVA が、視床下部のドーパミンを反映している可能性を示している。したがって、本実験の結果は、唾液中 MHPG および HVA が、生活体のストレス状態を識別する指標の一つになり得ることを示唆するものであると考えられる。

第3章 蓄積的疲労感と唾液緩衝能

第1節 様々な急性ストレッサーと唾液緩衝能

1. はじめに

第1章では、慢性的な過重労働による“疲労”による慢性ストレスと唾液緩衝能について検討をおこなった。また、精神的ストレッサー条件と身体的ストレッサー条件では、唾液緩衝能の変化に違いがあることも確認した。そこで、本章でははじめに、第1章と同様に精神的ストレス課題と身体的ストレス課題を用いた予備実験をおこなった。このとき、様々な急性ストレッサーが唾液緩衝能におよぼす影響について検討することを目的に、精神的ストレッサー、身体的ストレッサーそれぞれにおいて、能動的対処課題と受動的対処課題をおこなった。

1.1 課題について

ストレス課題には、能動的対処課題と受動的対処課題がある (Obrist, Gaebelien, Teller, Langer, Grignolo, Light & McCubbin, 1978)。前者は対処可能な能動的に挑戦や競争をおこなう課題であり、後者は刺激に対して動きのとれないまま注目や監視を続ける受け身の課題である (澤田, 1998)。能動的・受動的対処は、ストレス刺激に対する心臓血管系の反応を基にしているため、課題と心臓血管系の反応パターンに関する研究数は多い (Beh & Harrod, 1998; Bongard, 1995; Bongard, Pfeiffer, al'Absi, Hodapp & Linnenkemper, 1997; Gerin, Pieper, Marchese & Pickering, 1992)。しかしながら、内分泌系に対する研究については、その数は非常に少ない。

第1章で述べたように、ストレッサーは精神的なものと身体的なもの大分される。精神的なストレッサーとして代表的な課題には、暗算負荷 (数字計算法, 数時逆唱法など)、鏡像描写試験 (MDT)、ストレス面接、Color word test などがある。これらの課題は、能動的に課題を遂行する必要があるため、能動的対処課題と考えられる。また、動きの取れないまま受け身の形でおこなわれる精神的ストレス課題には、時間的拘束、不快な映像視聴、不快臭、騒音などが考えられる。一方、身体的ストレッサーでは、運動・トレーニングが筋肉活動を伴う能動的対処課題といえるであろう。また、寒冷昇降試験や電気ショック、身体的拘束などが考えられる。しかし、これらの課題をおこなうときは、実験参加者

に必要以上の恐怖や苦痛を与えないように倫理的に配慮をすることが求められる。そこで、身体的ストレスの受動的対処課題として、本研究では、物理的には拘束をせずに、姿勢に対する制限をして、筋肉活動を抑えたまま呼吸や血圧の変動などの身体的な負荷がかかる課題を考えた。したがって、本章でおこなうストレス課題は、以下の通りである (Table.3-1-1)。精神的ストレスの能動的対処課題としては、前章で使用した暗算課題をおこなった。受動的対処課題としては、約 90 デシベル (dB) の騒音に曝露される条件を使用した。身体的ストレスの能動態諸課題としては、暗算課題と同様に第 1 章で用いた踏み台昇降運動課題をおこなった。受動的対処課題としては、かけ声をかけ続ける発声課題を用いた。

Table.3-1-1 本研究で用いたストレス課題

条件	対処課題
精神的ストレス	能動的対処 暗算課題
	受動的対処 騒音曝露
身体的ストレス	能動的対処 踏み台昇降運動
	受動的対処 かけ声課題

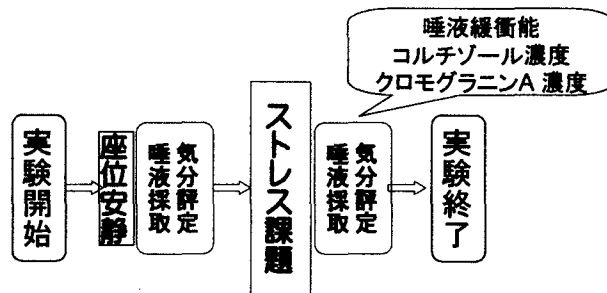


Figure.3-1-1 予備実験：さまざまなストレス課題におけるストレス反応測定

1.2 予備実験について

本章の予備的な実験は、それぞれの課題の前後を比較することでおこなわれた (Figure.3-1-1)。それぞれのストレスの影響を検討した結果、精神的であるか身体的であるかというストレス条件に加えて、ストレスへの対処への違いによって、ストレス測度の反応がそれぞれ異なることを示した。すなわち、精神的ストレス条件下では、課題への対処が能動的か受動的かに拘わらず、唾液緩衝能は増加し、視床下部-下垂体-副腎皮質 (HPA) 系ストレス反応は低下を示した。しかしながら、視床下部-交感神経-副腎髄質 (カテコールアミン) 系のストレス反応では、対処課題によって異なった反応を示した。すなわち、能動的対処課題ではカテコールアミン系反応は減少したが、

受動的対処課題では課題前後で変化しなかった。

Table.3-1-2 ストレス課題前後の各測定値の変化方向

ストレス条件	対処課題	唾液緩衝能	HPA系ストレス反応 (コルチゾール濃度)	交感神経系ストレス反応 (クロモグラニンA)
精神的	能動的対処	↑	↓	↓
	受動的対処	↑	↓	→
身体的	能動的対処	→	→	→
	受動的対処	↑	→	↑

一方、身体的ストレス条件下では、HPA系ストレス反応では対処課題の違いによる変化は示さなかったものの、唾液緩衝能とカテコールアミン系のストレス反応は、異なった反応を示した。すなわち、能動的対処課題では課題前後でカテコールアミン系反応は変化が見られなかったが、受動的対処課題では上昇を示した (Table.3-1-2)。

2. 血漿中の酸塩基平衡

予備実験における各測度の課題前後のストレス反応の変化方向を見ると、唾液緩衝能は既存のストレス測定とはその振る舞いが異なる印象を受ける。そこでここでは、ストレス反応としての緩衝能の作用機序について考える。

Table.3-1-3 血漿中の酸塩基平衡

		$H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$				
A	最初の変化					(↑↑)
	作用の方向			←	←	
	緩衝の結果	↑	↑			↑
B	最初の変化	(↑↑)				
	作用の方向			→	→	
	緩衝の結果	↑	↓			↑
C	最初の変化					(↓↓)
	作用の方向			→	→	
	緩衝の結果	↓	↓			↓
D	最初の変化	(↓↓)				
	作用の方向			←	←	
	緩衝の結果	↓	↑			↓

A: CO₂が増大すると、作用の結果、CO₂もH⁺もはじめよりは増大する。

B: H⁺が増大すると、作用の結果、H⁺もCO₂もはじめよりは増大する。

C: CO₂が減少すると、作用の結果、H⁺もCO₂もはじめよりは減少する。

D: H⁺が減少すると、作用の結果、CO₂もH⁺もはじめよりは減少する。

急性ストレッサーによって、体内の pH に変化が生じた場合、主に第一次緩衝および第二次緩衝の作用によって、体内平衡が保たれている。重炭酸緩衝系では、平衡式のいずれかの物質が増減すると、その変化を打ち消す方向に化学反応が進むので、実際の血漿中酸塩基平衡は、主に上表に示したような反応がおこなわれていることが知られている。すなわち、緩衝作用が Table.3-1-3 の式の左側 (←) に進む場合には、CO₂ (二酸化炭素) の増加 (A) による場合と、H⁺ (水素イオン) または HCO₃⁻ (重炭酸イオン) の減少による場合 (C) とがあり、緩衝作用が右側 (→) に進む場合には、H⁺ および HCO₃⁻ の増加による場合 (B) と、CO₂ の減少による場合 (D) がある。また、化学的な平衡式では、各物質が一定の濃度でバランスがとれていること、体内平衡式ではいずれかの物質が増減するとその変化を打ち消す方向に進むことが、化学的平衡式の基礎として知られている。しかし、変化が完全に消えるのではなく、小さく残ること、すなわち、変化量より少ない量に化学反応が進むことも確認されている。

Table.3-1-3 に示したように、血漿中の CO₂ が増大するような急性的なストレス状態に陥った場合 (表中の A)、重炭酸緩衝系は $H^+ + HCO_3^- \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow H_2O + CO_2$ の方向に作用する。この化学反応は CO₂ を減少させるので、CO₂ の増大という「最初の変化」を打ち消す方向である。しかしながら、変化量より少ない量に反応をするため、緩衝系によって減少する CO₂ の量は、最初に増大する量より小さくなる。そのため、総和としては、CO₂ も H⁺ も増大すると考えられる。血漿中の H⁺ が増大した場合 (B) は、重炭酸緩衝系は $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$ の方向に作用する。この反応式は、H⁺ が減少する方向に進む。しかし、重炭酸緩衝系では、変化量より少ない量に反応をするので、総和としては、H⁺ も CO₂ も増大すると考えられる。一方、血漿中の CO₂ が減少した場合 (C) は、重炭酸緩衝系は $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3 \rightarrow H_2O + CO_2$ の方向に作用する。重炭酸緩衝系では変化量より少ない量に反応するので、総和としては CO₂ も H⁺ も減少すると考えられる。また、H⁺ が減少する場合 (D) は、重炭酸緩衝系は $H^+ + HCO_3^- \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow H_2O + CO_2$ の方向に作用する。総和としては、H⁺ も CO₂ も減少することとなる。

実際には、体内では重炭酸緩衝系緩衝作用の結果、はじめの状態よりは増減した CO₂ と H⁺ は、腎による緩衝作用 (第三次緩衝) などのさまざまな代償が働き、血漿中の pH 変化は平衡に戻される。ただし、腎による緩衝作用は、日にちをかけてゆっくりと進むことが知られている。したがって、急性ストレス事態では、重炭酸緩衝系の「緩衝の結果」が示されると考えられる。

2.1 急性ストレッサーと体内平衡

2.1.1 暗算課題

本章の予備実験では、代表的な能動的対処課題のひとつである暗算課題を施行し、急性ストレッサーが唾液緩衝能におよぼす影響を検討した。暗算課題などの能動的対処課題下では、 β アドレナリン作動性の交感神経系の亢進、迷走神経系の抑制が認められている（長野・児玉，1999）。体内では交感神経系の亢進によって血圧が上昇したであろう。血圧の上昇には、血漿中のナトリウムイオン (Na^+) 濃度が大きく関与している。腎臓ではアルドステロンが作用して、尿細管内の原尿から血漿中への Na^+ の再吸収量を増加させることで血圧を上昇させている。このとき、細胞の血漿側では、 $\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$ 共輸送されることが知られている。すなわち、 $\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$ 共輸送系によって、血漿中に Na^+ と共に HCO_3^- が輸送されるのである。したがって、暗算課題では、血漿中の HCO_3^- が上昇すると考えられる。すなわち、暗算課題は Table.3-1-3 の作用の方向が【B】の平衡式の血漿中 HCO_3^- 濃度が増加するタイプのストレッサーであると考えられる。

課題によって、血漿中 HCO_3^- 濃度が増加した場合、重炭酸緩衝系は $\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2$ 方向へ変換することで緩衝される。実際には、重炭酸緩衝系により、課題による負荷が肺と腎臓とで分担されたと考えられる (Table.3-1-4)。Table.3-1-4 の1段目は、課題によって血漿中に最初に起こる変化を示している。ここでは、 HCO_3^- 濃度が増加している。最初に起こる変化を受けて、重炭酸緩衝系が2段目の方向に作用する。このとき、実際の化学平衡は最初の変化に近い平衡式から作用し、その結果を受けてその変化から遠い平衡式に移行する。これらの作用の結果が、3段目に示されている。すなわち、 HCO_3^- は最初の変化よりは緩和されるが、 H^+ は低下し、 CO_2 は増加した状態で重炭酸緩衝系の化学平衡 (\rightleftharpoons) が保たれている。

この後、肺が分担すべき負荷をこなし、肺の機能が代償性に亢進する。この亢進の理由は、 CO_2 量の増大だけでなく、血漿中 H^+ および HCO_3^- の増加による酸性化（代謝性アシドーシス）が直接的に呼吸を促進するためである。したがって、 CO_2 は大きく減少する。これは重炭酸緩衝系にとっては新たな変化であり、3段目で保っていた平衡を崩すこととなる。

Table.3-1-4 血漿中 HCO₃⁻濃度が増加した場合の緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	最初に起こる変化			↑↑↑↑↑						
2段目	重炭酸緩衝系の作用	↓ ↓ ↓ ↓ ↓		↓ ↓ ↓ ↓ ↓	→	↑ ↑ ↑ ↑ ↑				
	最初の変化に近い平衡式					↓ ↓ ↓	←	↑ ↑ ↑		↑ ↑ ↑
3段目	緩衝の結果	↓ ↓ ↓ ↓ ↓		↑ ↑ ↑	⇌	↑ ↑ ↑	⇌	↑ ↑ ↑		↑ ↑ ↑
4段目	呼吸による代謝									↓ ↓ ↓ ↓ ↓
5段目	重炭酸緩衝系の作用				→	↓ ↓		↑ ↑		↑ ↑
	呼吸による代謝から遠い平衡式	↓		↓	→	↑				
6段目	緩衝・代謝の結果	↓ ↓ ↓ ↓ ↓		↑ ↑	⇌	↑ ↑	⇌	↑ ↑ ↑ ↑ ↑		↓

呼吸によって血漿中 CO₂ が減少し、平衡が崩されたために再び重炭酸緩衝系が動き出す (5 段目上下)。変化を打ち消す方向に化学反応が進むために、CO₂ を増加する方向である H⁺ → CO₂ の方向に作用する。これらすべての作用の結果、HCO₃⁻は緩衝され、少し増加した状態となった。しかしながら、H⁺は低下しており、高 CO₂ は代償され、CO₂ 濃度は低下していると考えられる。

暗算課題の後に、血漿中 CO₂ 濃度は低下したために、排出 CO₂ 量も低下したと考えられる。また、唾液緩衝能は、唾液中の HCO₃⁻濃度と口腔内の CO₂ 濃度の比によって得られる。したがって、暗算課題後の唾液緩衝能は、HCO₃⁻の増加と CO₂ の低下により増加したと考えられる。

2.1.2 踏み台昇降運動課題

予備実験において、身体的ストレスの能動的対処課題としては、踏み台昇降運動を用いた。運動による筋肉活動に伴い、血液中の乳酸濃度が増加することが知られており、この乳酸濃度の増加は、生存可能な H⁺濃度範囲 (20-100 mE/L, pH7.7-7.0) と比べて桁違いに大きい。したがって、本研究で用いている踏み台昇降運動課題は、作用方向が【B】の平衡式の血漿中 H⁺濃度が増加するタイプのストレスであると考えられる。

運動によって、血漿中 H⁺が増加した場合、重炭酸緩衝系は H⁺ → CO₂ へ緩衝する方向に進む (Table.3-1-5)。

Table.3-1-5 の 1 段目は、運動によって血漿中に最初にかかる変化である。ここでは、運動によって H⁺濃度が増加している。最初にかかる変化を受けて、重炭酸緩衝系が 2 段目の方向に作用し、これらの結果を 3 段目に示した。すなわち、H⁺は最初の変化よりは緩和されるが、HCO₃⁻は低下し、CO₂ は増加した状態で重炭酸緩衝系の化学平衡 (⇌)

が保たれる。この後、肺が分担すべき負荷をこなし、肺の機能が代償性に亢進する。この肺機能の亢進は、CO₂ 量の増大だけではなく、代謝性アシドーシスによる酸性化（血漿中 H⁺の増加）が直接的に影響するため、CO₂ は大きく減少する。これは重炭酸緩衝系にとっては新たな変化であり、3 段目で保っていた平衡を崩すこととなる。したがって、再び重炭酸緩衝系が動き出す（5 段目上下）。変化を打ち消す方向に化学反応が進むために、CO₂ を増加する方向である H⁺ → CO₂ の方向に作用する。これらすべての作用の結果、H⁺は緩衝され、少し増加した状態となった。しかしながら、HCO₃⁻は低下しており、3 段目で増大していた CO₂ は代償され、最終的には CO₂ 濃度は低下していると考えられる。

Table.3-1-5 血漿中 H⁺濃度が増加した場合の緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	最初に起こる変化	↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑ ↑								
2段目	重炭酸緩衝系に近い平衡式	↓↓↓ ↓↓↓		↓↓↓ ↓↓↓	→	↑↑↑ ↑↑↑				
	重炭酸緩衝系の作用 最初の変化から遠い平衡式					↓↓↓	←	↑↑↑		↑↑↑
3段目	緩衝の結果	↑↑↑		↓↓↓ ↓↓↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑		↑↑↑
4段目	呼吸による代謝									↓↓↓ ↓↓↓
5段目	重炭酸緩衝系に近い平衡式					↓↓	→	↑↑		↑↑
	重炭酸緩衝系の作用 呼吸による代謝から遠い平衡式	↓		↓	→	↑				
6段目	緩衝・代謝の結果	↑↑		↓↓↓ ↓↓↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑ ↑↑↑		↓

予備実験において、踏み台昇降運動課題後の唾液採取の様子から、運動後の実験参加の呼吸はまだ整っていなかった。これは、緩衝作用表における「呼吸による代謝」がおこなわれている最中であることが考えられる。したがって、踏み台運動課題後の唾液緩衝能は、3 段目の緩衝結果と「呼吸による代謝」を反映していると考えられる。すなわち、唾液中の HCO₃⁻は低下（↓×6）し、代償のための換気によって排出する CO₂ 量も低下（↓×6）したと考えられる。したがって、唾液緩衝能は運動前後で変化しなかったものと考えられる。

2.1.3 騒音曝露課題

本研究における精神的な受動的対処課題としては、騒音曝露を施行した。騒音曝露場面における先行研究では、騒音による刺激音により、副交感神経系が抑制されると報告されている（長坂・田中・須永・増田・楊箸・佐伯・榊原，2000）。したがって、暗算課題と同様に体内平衡式では【B】の血漿中 HCO₃⁻濃度が増加するタイプであると考えられた。

すなわち、血漿中 HCO_3^- の増加が最初に関起こり、 $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ の方向に平衡式が動き、結果的には H^+ の少しの増加と HCO_3^- の増加、そして CO_2 の増加をきたしたであろう。

騒音曝露は、暗算課題と同様に血漿中 HCO_3^- 濃度が増加すると考えられる。したがって、課題の結果、血漿中 HCO_3^- 濃度は増加し、 CO_2 濃度は低下したと考えられる。このため、本章の予備実験においても、唾液緩衝能は増加したものと考えられる。

2.1.4 かけ声課題

予備実験において身体的ストレスの受動的対処課題で施行した、かけ声課題は、呼吸の増大を図った課題であったので、血漿中 CO_2 濃度が減少したと思われる。すなわち、平衡式では【C】の血漿中 CO_2 濃度が減少するタイプのストレスであったと考えられる。したがって、かけ声課題では、発声を行うことで血漿中 CO_2 濃度が減少しており、平衡式は $\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2$ へ緩衝する方向に進むと考えられる (Table.3-1-6)。

平衡式は最初、かけ声による呼吸数の増加による CO_2 の減少を緩衝するために、平衡式が $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2$ の方向に作用する (2 段目上)。次に、減少した H_2CO_3 を受けて、 $\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$ に作用する (2 段目下)。これらの緩衝作用の結果、 CO_2 ははじめの減少よりは緩衝されるものの結果としては減少した状態となり、 H^+ と HCO_3^- も減少した状態で平衡が保たれる。通常はこの後、腎が分担すべき負荷をこなすために機能亢進をして、代償性に作用する。しかしながら、腎からの排出による pH の正常化調節は、数十時間単位でおこなわれているので、数日間をかけてその効果が現れる。したがって、本研究のように急性ストレス負荷の直後から数分間では、腎による代償作用はまだ現れていないと思われる。すなわち、かけ声課題の結果、 CO_2 濃度の低下は緩衝されるが、 H^+ 濃度も HCO_3^- 濃度も低下すると考えられる (Table.3-1-6, 3 段目)。

Table.3-1-6 血漿中 CO_2 濃度が減少した場合の緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2
1 段目	最初に関起こる変化									↓↓↓
2 段目	重炭酸緩衝系の作用					↑↑↑	-	↑↑↑		↑↑↑
	最初の変化から遠い平衡式	↑↑↑		↑↑↑	-	↑↑↑				↑↑↑
3 段目	緩衝の結果	↓↓↓		↓↓↓	\rightleftharpoons	↓↓↓	\rightleftharpoons	↑↑↑	↑↑↑	↓↓↓
4 段目	腎臓による代謝	↑↑↑								
5 段目	重炭酸緩衝系の作用	↑↑		↑↑	-	↑↑				
	腎による代謝から遠い平衡式					↑	-	↑		↑
6 段目	緩衝・代謝の結果	↓↓		↓↓↓	\rightleftharpoons	↓↓	\rightleftharpoons	↑↑↑	↑↑↑	↓↓

口腔内では、血漿中の反応を受けて、 HCO_3^- 濃度は減少したであろう。しかしながら、かけ声課題では過換気(過呼吸)状態までには至らないので、実験参加者は課題終了と同時に、無意識のうちに呼気を止めるなどをして、体内の CO_2 濃度の減少を抑え、 CO_2 を上昇するように努めた可能性がある。したがって、 HCO_3^- の減少と口腔内の CO_2 のより強い減少がおり、その結果、唾液緩衝能が上昇した可能性が考えられる。

2.2 課題別の唾液緩衝能

ここで、唾液緩衝能と唾液中 HCO_3^- 濃度と CO_2 濃度の関係を概観してみたい。以下の表は、課題別の唾液緩衝能と唾液中 HCO_3^- 濃度と CO_2 濃度の関係を示したものである(Table.3-1-7)。

Table.3-1-7 ストレッサーのタイプと唾液緩衝能の関係

緩衝作用	精神的ストレス		身体的ストレス	
	能動的対処	受動的対処	能動的対処	受動的対処
	暗算課題	騒音課題	踏み台昇降運動課題	かけ声課題
HCO_3^-	↑↑	↑↑	↓↓	↓
CO_2	↓	↓	↓↓	↓↓
唾液緩衝能	↑	↑	→	↑

唾液緩衝能は、pHで表現されるので HCO_3^- 濃度と CO_2 濃度の比によって得られる。したがって、本研究における暗算課題と騒音課題では、 HCO_3^- が増加(↑↑)し CO_2 は少し増加(↑)したために、唾液緩衝能(pH)は増加していたと考えられる。また、踏み台昇降運動課題では HCO_3^- の増加(↑↑)と CO_2 の増加(↑↑)が起こるが、その比をとるので緩衝能は見かけ上、変化を示さなかったと考えられる。かけ声課題においては、 HCO_3^- は減少(↓)しているが CO_2 もより減少(↓↓)したので、その比である唾液緩衝能は見かけ上、増加したものと考えられる。

3. 唾液緩衝能と慢性ストレス

本研究では第1章において、唾液緩衝能が慢性ストレス状態の指標になる可能性を示した。また、生活体の緩衝作用の大部分を重炭酸緩衝系が担っていることは、これまでに述べてきた。

3.1 重炭酸緩衝系に影響するストレス

重炭酸緩衝系は、 $H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$ の平衡式からなる。したがって、緩衝能に影響する場合のストレス状態としては、Table.3-1-3 の平衡式に照らし合わせて4つのパターンが考えられる。すなわち、 CO_2 濃度が増加するパターン、 H^+ 濃度が増加するパターン、そして、 CO_2 濃度が減少するパターン、および H^+ 濃度が減少するパターンである。

3.1.5 血漿中 CO_2 濃度が増加する場合

血漿中 CO_2 濃度が増加する場合、第一に考えられるのは肺機能の低下による換気不全である。

この CO_2 濃度増加状態は、呼吸性アシドーシスであり、「肺機能低下型」と表現することができるであろう。

3.1.6 血漿中 H^+ 濃度が増加する場合

血漿中の H^+ 濃度が増加している状態は、不揮発性酸性物質が腎から排泄されにくい場合に起こりうる。また、脂肪や糖などの生体エネルギー物質の無機的代謝が亢進し、血漿中にケトン体や乳酸が増大した場合にも、 H^+ が解離するので、 H^+ 濃度の増加が起こりうる。これらは、腎性疲労や飢餓、活動の持続を強いられた状態であると考えられる。

この状態は、代謝性アシドーシスであり、「腎機能低下型」のストレス状態であると言える。

3.1.7 血漿中 CO_2 濃度が減少する場合

血漿中 CO_2 濃度が減少する場合の代表的な状態は、肺機能が亢進する状態である。いわゆる、過換気（過呼吸）状態である。

この状態は、呼吸性アルカローシスであり、「肺機能亢進型」のストレス状態と考えられる。

3.1.8 血漿中 H^+ 濃度あるいは HCO_3^- 濃度が減少する場合

血漿中 H^+ 濃度の減少している状態は、嘔吐による塩酸（ HCl ）の喪失が原因になる場合が一番に挙げられる。また、下痢の場合は、 HCO_3^- 濃度が減少する。しかしながら、下痢による HCO_3^- の喪失は、緩衝の結果である H^+ 濃度増大（2型の代謝性アシドーシス）の原因として挙げられることが多い。また、腎機能の亢進による血漿中 H^+ 濃度の減少も考えられる。

本研究においては、慢性ストレスを考えてるので、代謝性アルカローシスである血漿中 H^+ 濃度の減少している状態は、「腎機能亢進型」のストレス状態と表現することができるであろう。

3.2 肺・腎機能のストレス状態と緩衝作用

重炭酸緩衝系に影響をする急性ストレス状態には、血漿中 H^+ 濃度あるいは HCO_3^- 濃度が增大する代謝性アシドーシス状態、血漿中 CO_2 濃度が增大する呼吸性アシドーシス状態、血漿中 H^+ 濃度あるいは HCO_3^- 濃度が減少する代謝性アルカローシス状態、および血漿中 CO_2 濃度が減少する呼吸性アルカローシス状態が挙げられることは既に述べた。また、重炭酸緩衝系に影響をするであろう慢性的なストレス状態も血漿中 H^+ 濃度と CO_2 濃度に関係をすると考えられた。すなわち、肺機能低下型、腎機能低下型、肺機能亢進型、および腎機能亢進型のストレス状態である。したがって次には、これらの慢性ストレス状態に、アシドーシスあるいはアルカローシスとなる急性ストレスが加わった場合の緩衝作用について考えたい。

3.2.9 肺機能低下型のストレス状態

肺機能が低下すると、換気不足によって血漿中 CO_2 濃度が上昇する。したがって、慢性ストレスの中でも肺機能低下型の人には、「ストレスによって起こされる変化」以前に CO_2 濃度上昇の負荷がかかっていた可能性が考えられる。

i) 血漿中 H^+ 濃度増加タイプのストレス場面

肺機能低下型の人に不揮発性酸性物質が増加するようなストレス場面には、日常生活の中では筋肉活動を伴う運動などが考えられる。この場面では、急性ストレスによって起こる変化 (H^+ の上昇) 以前に、換気低下による CO_2 濃度の上昇が認められると考えられる (Table.3-1-8)。重炭酸平衡式では、より大きな変化を緩衝する方向に作用するので、ここでは $H^+ \rightarrow CO_2$ の方向に緩衝が進む。反応は一端、平衡状態になった後、呼吸代謝による代償がおこなわれる。このとき、肺機能低下状態では、通常よりも少ない代償がおこなわれると考えられる。この後、呼吸代謝によって崩された平衡状態を重炭酸緩衝系が緩衝し、 HCO_3^- 濃度の減少 ($\downarrow \times 9$) と CO_2 濃度の増大 ($\uparrow \times 4$) がもたらされるであろう (7 段目)。

Table.3-1-8 肺機能低下状態に H⁺濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	肺機能低下									↑↑
2段目	ストレッサーによって起こる変化	↑↑↑↑↑								
3段目	重炭酸緩衝系	↓↓↓↓↓		↓↓↓↓↓	→	↑↑↑↑↑				
	最初の变化に近い平衡式	↓↓↓		↓↓↓		↑↑↑				
3段目	重炭酸緩衝系					↓↓↓	→	↑↑↑		↑↑↑
	最初の变化から遠い平衡式									
4段目	緩衝の結果	↑↑↑		↓↓↓↓↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑		↑↑↑↑↑ ↑
5段目	呼吸による代謝									↓↓↓↓↓ ↓
6段目	重炭酸緩衝系					↓↓↓↓↓	→	↑↑↑↑↑		↑↑↑↑↑
	呼吸による代謝に近い平衡式									
6段目	重炭酸緩衝系	↓↓↓		↓↓↓	→	↑↑↑				
	呼吸による代謝から遠い平衡式									
7段目	緩衝・代謝の結果			↓↓↓↓↓ ↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑↑ ↑		↑↑↑↑↑

ii) 血漿中 HCO₃⁻濃度増加タイプのストレッサー場面

肺機能低下型の人々の血漿中 HCO₃⁻濃度が増大するようなストレッサー場面では、「ストレッサーによって起こされる変化」以前に CO₂ 濃度上昇の負荷がかかっていた可能性が考えられる (Table.3-1-9)。

Table.3-1-9 肺機能低下状態に HCO₃⁻濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	肺機能低下									↑↑
2段目	ストレッサーによって起こる変化			↑↑↑↑↑						
3段目	重炭酸緩衝系	↓↓↓↓↓		↓↓↓↓↓	→	↑↑↑↑↑				
	最初の变化に近い平衡式	↓↓↓		↓↓↓		↑↑↑				
3段目	重炭酸緩衝系					↓↓↓	→	↑↑↑		↑↑↑
	最初の变化から遠い平衡式									
4段目	緩衝の結果	↓↓↓↓↓		↑↑↑	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑		↑↑↑↑↑ ↑
5段目	呼吸による代謝									↓↓↓↓↓ ↓
6段目	重炭酸緩衝系					↓↓	→	↑↑		↑↑
	呼吸による代謝に近い平衡式									
6段目	重炭酸緩衝系	↓		↓	→	↑				
	呼吸による代謝から遠い平衡式									
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓↓↓↓ ↓		↑↑	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑↑ ↑		↑↑

Table.3-1-9 の 1 段目は、肺機能低下によって血漿中に起こる変化を示している。さらに、2 段目の変化を受けて、重炭酸緩衝系が 3 段目の方向に作用する。このとき、HCO₃⁻は最初の変化よりは緩和されるが、H⁺は低下し、CO₂ は増加した状態で重炭酸緩衝系の化学平衡 (⇌) が一応保たれる。この後、肺が分担すべき負荷をこなすために、肺の機能が代償性に亢進する。しかし、肺機能低下型の場合は、換気が誘発されるも通常よりは少

ない代償になると考えられる。これらすべての作用の結果、 HCO_3^- は緩衝され、初めより少し増加した状態(↑↑)となる。しかしながら、 H^+ は低下しており(↓×7)、高 CO_2 は代償されるも完全ではなく、結果として CO_2 濃度は上昇傾向(↑↑)であると考えられる。

iii) 血漿中 CO_2 濃度増加タイプのストレッサー場面

次には、肺機能低下型のストレス状態に、血漿中 CO_2 濃度が増加するような急性ストレッサー場合について考える。肺機能の低下による CO_2 濃度の増大状態に加えて、急性ストレッサーによって CO_2 濃度の増大がおこると考えられるので、重炭酸緩衝系は CO_2 増大を打ち消す方向に作用すると考えられる(Table.3-1-10)。緩衝・代謝の結果、 HCO_3^- 濃度の増大(↑×5)と CO_2 濃度の増大(↑×4)の状態になると考えられる(7段目)。

Table.3-1-10 肺機能低下状態に CO_2 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	⇌	H_2CO_3	⇌	H_2O	+	CO_2
1段目	肺機能低下									↑↑
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↑↑↑↑↑ ↑
3段目	重炭酸緩衝系 の作用	最初の変化に近い平衡式				↑↑↑↑	←	↓↓↓↓↓		↓↓↓↓↓
		最初の変化から遠い平衡式		↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓		
4段目	緩衝の結果	↑↑↑		↑↑↑	⇌	↑↑↑	⇌	↓↓↓↓↓		↑↑↑↑↑ ↑
5段目	腎臓による代謝	↓↓↓↓								
6段目	重炭酸緩衝系 の作用	腎による代謝に近い平衡式		↑↑		↑↑	←	↓↓		
		腎による代謝から遠い平衡式						↑	←	↓
7段目	緩衝・代謝の結果	↑↑		↑↑↑↑↑	⇌	↑↑	⇌	↓↓↓↓↓		↑↑↑↑↑ ↓

iv) 血漿中 H^+ 濃度減少タイプのストレッサー場面

肺機能低下型の人に不揮発性酸性物質が減少するようなストレッサー場面では、急性ストレッサーによって起こる変化(H^+ の減少)以前に、換気低下による CO_2 濃度の上昇が認められると考えられる(Table.3-1-11)。重炭酸平衡式では、より大きな変化を緩衝する方向に作用するので、ここでは $\text{H}^+ \leftarrow \text{CO}_2$ の方向に緩衝が進む。反応は一端、平衡状態になるがその後、呼吸代謝による代償がおこなわれる。このとき、肺機能低下状態では、通常よりも少ない代償がおこなわれると考えられる。この後、呼吸代謝によって崩された平衡状態を重炭酸緩衝系が緩衝し、 HCO_3^- 濃度の減少(↑×7)と CO_2 濃度の少しの増

大(↑↑)がもたらされるであろう(7段目)。

Table.3-1-11 肺機能低下状態に H⁺濃度降下変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	肺機能低下									↑↑
2段目	ストレッサーによって起こる変化	↓↓↓								
3段目	重炭酸式 緩衝系の作用	↑↑↑↑ ↑↑		↑↑↑↑ ↑↑	←	↓↓↓ ↓↓				
	最初の変化に近い平衡式 最初の変化から遠い平衡式					↑↑↑	←	↓↓↓		↓↓↓
4段目	緩衝の結果	↓↓↓		↑↑↑↑ ↑↑	⇌	↓↓↓	⇌	↓↓↓		↓
5段目	呼吸による代謝									↑↑↑↑ ↑
6段目	重炭酸式 緩衝系の作用				←	↑↑		↓↓		↓↓
	呼吸による代謝に近い平衡式 呼吸による代謝から遠い平衡式	↑		↑	←	↓				
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓		↑↑↑↑ ↑↑↑↑	⇌	↓↓	⇌	↓↓↓ ↓		↑↑

v) 血漿中 CO₂ 濃度減少タイプのストレッサー場面

肺機能低下型のストレス状態に、血漿中 CO₂ 濃度が増加するような急性ストレッサーが掛かった場合を Table.3-1-12 に示した。

肺機能の低下による CO₂ 濃度の増大よりも急性ストレッサーによる CO₂ 濃度の減少の方が大きな変化であると考えられるので、重炭酸緩衝系は CO₂ 減少を打ち消す方向に作用すると考えられる(3段目)。緩衝の結果、HCO₃⁻濃度の減少(↓↓↓)と CO₂ 濃度の減少(↓)の状態になると考えられる。その後、腎代謝による代償作用がおり、最終的には HCO₃⁻減少(↓×5)の状態となると考えられる(7段目)。

Table.3-1-12 肺機能低下状態に CO₂ 濃度減少が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	肺機能低下									↑↑
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↓↓↓ ↓
3段目	重炭酸式 緩衝系の作用				←	↓↓↓ ↓↓		↑↑↑↑ ↑↑		↑↑↑↑ ↑↑
	最初の変化に近い平衡式 最初の変化から遠い平衡式	↓↓↓		↓↓↓	←	↑↑↑				
4段目	緩衝の結果	↓↓↓		↓↓↓	⇌	↓↓↓	⇌	↑↑↑↑ ↑↑		↓
5段目	腎臓による代謝	↑↑↑								
6段目	重炭酸式 緩衝系の作用	↓↓		↓↓	←	↑↑				
	腎による代謝に近い平衡式 腎による代謝から遠い平衡式					↓	←	↑		↑
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓		↓↓↓ ↓	⇌	↓↓	⇌	↑↑↑↑ ↑↑↑↑		

3.2.10 腎機能低下型のストレス状態

腎機能が低下すると、腎による排出機能が低下して血漿中の H^+ 濃度が増加する。したがって、腎機能低下型のストレス状態の人が、急性ストレスに曝されたときは、「ストレスによって起こされる変化」の前に、 H^+ 濃度が増大していると考えられる。

i) 血漿中 H^+ 濃度増加タイプのストレス場面Table.3-1-13 腎機能低下状態に H^+ 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	⇌	H_2CO_3	⇌	H_2O	+	CO_2
1段目	腎機能低下	↑↑								
2段目	ストレスによって起こる変化	↑↑↑↑↑								
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式	↓↓↓		↓↓↓	→	↑↑↑↑				
	重炭酸緩衝系 最初の変化から遠い平衡式					↓↓↓	←	↑↑↑		↑↑↑
4段目	緩衝の結果	↑↑↑↑↑ ↑		↓↓↓ ↓↓↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑		↑↑↑
5段目	呼吸による代謝									↓↓↓ ↓↓↓
6段目	重炭酸緩衝系 呼吸による代謝に近い平衡式					↓↓↓	←	↑↑↑		↑↑↑
	重炭酸緩衝系 呼吸による代謝から遠い平衡式	↓↓		↓↓	→	↑↑				
7段目	緩衝・代謝の結果	↑↑↑		↓↓↓ ↓↓↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑↑↑		

腎機能低下型の人に、 H^+ 濃度の上昇がもたらされるストレス場面を迎えた場合を Table.3-1-13 に示した。すなわち、ストレスによって急速に H^+ 濃度が増大する以前に、通常よりも H^+ 濃度が上昇している場合である。Table.3-1-13 では、 H^+ 濃度の増大を緩衝する方向に作用が進み、 HCO_3^- 濃度の減少 ($\downarrow \times 6$)、 CO_2 濃度の増大 ($\uparrow \uparrow \uparrow$) で一応、平衡状態となる (4 段目)。しかし、すぐに肺が分担すべき負荷をこなすために呼吸増大がおこる。この代償によって血漿中の CO_2 が大幅に減少をして、化学的平衡状態を崩す結果となる。このため、再び重炭酸緩衝系が作用して、最終的には、 H^+ は緩衝されるが、 HCO_3^- は大幅に減少 ($\downarrow \times 8$) し、 CO_2 濃度は、ほぼ元に戻ると考えられる。

ii) 血漿中 HCO_3^- 濃度増加タイプのストレス場面

次に、精神的ストレス条件のような HCO_3^- 濃度が増大する場面について考える。この場面では、急性ストレスによる「最初に起きる変化」以前に H^+ 濃度の上昇という負荷が、腎機能低下型の人にはかかっていると考えられる (Table.3-1-14)。

Table.3-1-14 腎機能低下状態に HCO₃⁻濃度上昇の変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	腎機能低下	↑↑								
2段目	ストレッサーによって起こる変化			↑↑↑↑↑						
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に 近い平衡式	↓↓↓↓↓		↓↓↓↓↓	→	↑↑↑↑↑				
	重炭酸緩衝系 最初の変化から 遠い平衡式					↓↓↓	→	↑↑↑		↑↑↑
4段目	緩衝の結果	↓↓↓↓↓		↑↑↑	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑		↑↑↑
5段目	呼吸による代謝									↓↓↓↓↓ ↓↓↓
6段目	重炭酸緩衝系 呼吸による 代謝に近い 平衡式					↓↓	→	↑↑		↑↑
	重炭酸緩衝系 呼吸による 代謝から遠い 平衡式	↓		↓	→	↑				
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓↓↓↓ ↓		↑↑	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑↑ ↑		↓

Table.3-1-14 の 1 段目は、腎機能の低下による H⁺濃度の上昇を示している。次に、ストレッサーによって HCO₃⁻濃度増加が引き起こされる（2 段目）。平衡式への変化を受けて、重炭酸緩衝系が 3 段目の方向に作用する。これら緩衝作用の結果が、3 段目に示されている。すなわち、HCO₃⁻は最初の変化よりは緩和されるが、H⁺は低下し、CO₂ は増加した状態で重炭酸緩衝系の化学平衡（⇌）が保たれている。しかしながら、腎機能低下によって、予め H⁺が上昇しているため、通常よりは緩衝後の H⁺低下が緩やかである。

この後、肺が分担すべき負荷をこなし、肺の機能が代償性に亢進する。この呼吸によって血漿中 CO₂ が減少し、平衡が崩されたために再び重炭酸緩衝系が動き出す（6 段目上下）。今度は、CO₂ の減少を打ち消す方向に化学反応が進むために、H⁺→ CO₂ の方向に作用する。これらすべての作用の結果、HCO₃⁻は緩衝され、少し増加した状態（↑↑）となるであろう。しかしながら、H⁺は低下（↓×5）しており、高 CO₂ は代償され、CO₂ 濃度は低下（↓）していると考えられる。最終的には、通常とほとんど同じ状態にまで緩衝・代償される。

iii) 血漿中 CO₂ 濃度増加タイプのストレッサー場面

腎機能低下型のストレス状態に、血漿中 CO₂ 濃度が上昇する急性ストレッサー場面の緩衝作用を Table.3-1-15 に示した。すなわち、血漿中 H⁺濃度が増加している状態に、換気の抑制などによって CO₂ 濃度の上昇する場面である。重炭酸緩衝系では、より大きな変化を緩衝する方向に作用が進むので、CO₂ を減少させる（H⁺ ← CO₂）方向に反応が進む。この緩衝作用の結果、HCO₃⁻濃度が増大（↑↑↑）し、CO₂ の増大が緩衝された

状態(↑↑↑)で、一応の平衡を保つ(4段目)。その後、腎代謝が進むのであるが、腎機能が低下しているので、正常な状態よりも緩やかな代償がおこなわれる。これらの緩衝・代償作用の結果、最終的には HCO_3^- 増大(↑×6)と CO_2 の少しの増加(↑)の状態となると考えられる(7段目)。

Table.3-1-15 腎機能低下状態に CO_2 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇄	H ₂ CO ₃	⇄	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	腎機能低下	↑↑								
2段目	ストレスラーによって起こる変化									↑↑↑↑↑
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式					↑↑↑↑	←	↓↓↓↓↓		↓↓↓↓↓
	重炭酸緩衝系 最初の変化から遠い平衡式	↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓				↓↓↓
4段目	緩衝の結果	↑↑↑↑ ↑		↑↑↑	⇄	↑↑↑	⇄	↓↓↓↓↓ ↓↓↓		↑↑↑
5段目	腎臓による代謝	↓↓↓↓↓								
6段目	重炭酸緩衝系 腎による代謝に近い平衡式	↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓				
	重炭酸緩衝系 腎による代謝から遠い平衡式					↑↑	←	↓↓		↓↓
7段目	緩衝・代謝の結果	↑↑↑↑		↑↑↑↑ ↑↑	⇄	↑↑	⇄	↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓		↑

iv) 血漿中 H⁺ 濃度減少タイプのストレスラー場面

腎機能低下型のストレス状態の人が、血漿中の H⁺ 濃度が降下する急性ストレスラー場面を迎えた場合に起こる変化を以下に示した (Table.3-1-16)。腎機能の低下によって H⁺ が増加している状態であるが、急性ストレスラー負荷による H⁺ 濃度の上昇が大きい場合、重炭酸緩衝系は H⁺ 濃度を減少させる方向に作用すると考えられる。その結果、 HCO_3^- 濃度が増大(↑×6)し、 CO_2 濃度が減少(↓↓↓)状態で一端の平衡を保つ。しかしながら、すみやかに呼吸による代謝がおこなわれる。このときの代謝は、H⁺ 濃度減少と CO_2 濃度の減少の刺激が重なっているので、とても大きなものとなる。また、一応の平衡状態(4段目)を崩す変化でもあるので、再び重炭酸緩衝系が動き出す。これらの代償・緩衝の結果、 HCO_3^- は増大(↑×7)し、 CO_2 は少し増大(↑)する状態になると考えられる。

Table.3-1-16 腎機能低下状態に H⁺濃度降下変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	腎機能低下	↑↑								
2段目	ストレッサーによって起こる変化	↓↓↓								
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式	↑↑↑↑		↑↑↑↑	←	↓↓↓				
	重炭酸緩衝系 最初の変化から遠い平衡式					↑↑↑	←	↓↓↓		↓↓↓
4段目	緩衝の結果	↓		↑↑↑↑	⇌	↓↓↓	⇌	↓↓↓		↓↓↓
5段目	呼吸による代謝									↑↑↑↑ ↑↑
6段目	重炭酸緩衝系 呼吸による代謝に近い平衡式					↑↑	←	↓↓		↓↓
	重炭酸緩衝系 呼吸による代謝から遠い平衡式	↑		↑	←	↓				
7段目	緩衝・代謝の結果			↑↑↑↑	⇌	↓↓	⇌	↓↓↓		↑

v) 血漿中 CO₂ 濃度減少タイプのストレッサー場面

腎機能低下型のストレス状態では、H⁺濃度の増大が起こっている。ここに、血漿中 CO₂ 濃度を低下させる新たなストレッサーが加わった場合を Table.3-1-17 に示した。

腎機能の低下によって H⁺濃度の上昇が起こっているが、課題のよる CO₂ 濃度の減少の方が変化が大きいと考えられるので、重炭酸緩衝系は H⁺ ← CO₂ の方向に作用すると考えられる (3 段目)。緩衝の結果、HCO₃⁻濃度の減少 (↓↓↓) と CO₂ 濃度の減少 (↓↓↓) が起こる。その後、腎臓が負荷をこなすのであるが、腎機能が低下しているため、正常な状態よりも緩やかな代償がおこなわれると考えられ、ここではほとんど代償されない可能性がある。これらの結果として、HCO₃⁻濃度の減少 (↓↓↓) と CO₂ 濃度の減少 (↓↓↓) が起こると考えられる。

Table.3-1-17 腎機能低下状態に CO₂ 濃度降下変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	腎機能低下	↑↑								
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↓↓↓
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式					↓↓↓	←	↑↑↑↑		↑↑↑↑
	重炭酸緩衝系 最初の変化から遠い平衡式	↓↓↓		↓↓↓	←	↑↑↑				↑↑
4段目	緩衝の結果	↓		↓↓↓	⇌	↓↓↓	⇌	↑↑↑↑		↓↓↓
5段目	腎臓による代謝									
6段目	重炭酸緩衝系 腎臓による代謝に近い平衡式									
	重炭酸緩衝系 腎臓による代謝から遠い平衡式									
7段目	緩衝・代謝の結果	↓		↓↓↓	⇌	↓↓↓	⇌	↑↑↑↑		↓↓↓

3.2.11 肺機能亢進型のストレス状態

肺機能が亢進すると、過剰換気状態となり血漿中 CO_2 濃度が減少する。したがって、肺機能亢進型の人には、「ストレッサーによって起こる変化」の前に、 CO_2 濃度の減少が起きている可能性が考えられる。

i) 血漿中 H^+ 濃度増加タイプのストレッサー場面

肺機能亢進による CO_2 濃度減少状態に、血漿中 H^+ 濃度が上昇するようなストレス反応が起こった場合の緩衝作用を Table.3-1-18 に示した。

重炭酸緩衝系は変化を和らげる方向に作用するので、急性ストレッサーによる H^+ 上昇が大きい場合は、 $\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2$ の方向に作用する。その結果、 HCO_3^- 濃度の減少 ($\downarrow \times 6$) と CO_2 濃度の増加 (\uparrow) の状態になって、平衡状態となる (4 段目)。その後、すみやかに肺が負荷の分担をおこなうために代償を始める。このとき、肺機能が亢進しているので、通常よりも呼吸による代償作用は大きくなる。しかし、肺機能が亢進している場合は、さらに大きな代償となると思われる (5 段目)。この代償は、4 段目の平衡状態を崩す動きなので、再び重炭酸緩衝系が作用する。これら緩衝・代償の結果、 HCO_3^- は減少 ($\downarrow \times 7$) し、 CO_2 は減少 ($\downarrow \downarrow \downarrow$) すると考えられる。

Table.3-1-18 肺機能亢進状態に H^+ 濃度増加が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2
1段目	肺機能亢進									$\downarrow \downarrow$
2段目	ストレッサーによって起こる変化	$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$								
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$		$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$	\rightarrow	$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$				
	最初の变化から遠い平衡式					$\downarrow \downarrow \downarrow$	\rightarrow	$\uparrow \uparrow \uparrow$		$\uparrow \uparrow \uparrow$
4段目	緩衝の結果	$\uparrow \uparrow \uparrow$		$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$	\rightleftharpoons	$\uparrow \uparrow \uparrow$	\rightleftharpoons	$\uparrow \uparrow \uparrow$		\uparrow
5段目	呼吸による代償									$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$
6段目	重炭酸緩衝系 呼吸による代償に近い平衡式					$\downarrow \downarrow \downarrow$	\rightarrow	$\uparrow \uparrow \uparrow$		$\uparrow \uparrow \uparrow$
	呼吸による代償から遠い平衡式	$\downarrow \downarrow$		$\downarrow \downarrow$	\rightarrow	$\uparrow \uparrow$				
7段目	緩衝・代償の結果	\uparrow		$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$	\rightleftharpoons	$\uparrow \uparrow$	\rightleftharpoons	$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$		$\downarrow \downarrow \downarrow$

ii) 血漿中 HCO_3^- 濃度増加タイプのストレッサー場面

Table.3-1-19 には、肺機能亢進によって起きる CO_2 濃度の低下に加えて、ストレッサーによって HCO_3^- 濃度の上昇が引き起こされた場合が示されている。このとき、重炭酸緩衝系はより大きな変化を緩衝する方向に作用するので、 $\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2$ の方向に反応が進

む。この緩衝によって、いったん平衡が保たれるが、呼吸の代償作用によって再び平衡が崩される。このとき、肺機能が亢進しているので、通常よりも呼吸による代償作用は大きくなると考えられる（5 段目）。次に、呼吸によって崩された平衡を緩衝する方向に重炭酸緩衝系が反応する。これらの緩衝・代償の結果、最終的には、 HCO_3^- は増大(↑)し、 CO_2 は最初よりも減少する(↓↓↓)と考えられる（7 段目）。

Table.3-1-19 肺機能亢進状態に HCO_3^- 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	⇌	H_2CO_3	⇌	H_2O	+	CO_2
1段目	肺機能亢進									↓↓↓
2段目	ストレッサーによって起こる変化			↑↑↑↑↑						
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式	↓↓↓		↓↓↓	→	↑↑↑				
	重炭酸緩衝系 最初の変化から遠い平衡式					↓↓↓	←	↑↑↑		↑↑↑
4段目	緩衝の結果	↓↓↓		↑↑↑	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑		↑
5段目	呼吸による代謝									↓↓↓
6段目	重炭酸緩衝系 呼吸による代謝に近い平衡式				→	↓↓↓		↑↑↑		↑↑↑
	重炭酸緩衝系 呼吸による代謝から遠い平衡式	↓↓		↓↓	→	↑↑				
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓↓		↑	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑		↓↓↓

iii) 血漿中 CO_2 濃度増加タイプのストレッサー場面

肺機能亢進型のストレス状態の人が、血漿中 CO_2 濃度が大幅に増加するストレッサーに曝された場合を下表に示した（Table.3-1-20）。

Table.3-1-20 肺機能亢進状態に CO_2 濃度増加が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	⇌	H_2CO_3	⇌	H_2O	+	CO_2
1段目	肺機能低下									↓↓↓
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↑↑↑↑↑
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式				→	↑↑↑		↓↓↓		↓↓↓
	重炭酸緩衝系 最初の変化から遠い平衡式	↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓				
4段目	緩衝の結果	↑↑↑		↑↑↑	⇌	↑↑	⇌	↓↓↓		↑↑
5段目	腎臓による代謝	↓↓↓								
6段目	重炭酸緩衝系 腎臓による代謝に近い平衡式	↑↑		↑↑	←	↓↓↓				
	重炭酸緩衝系 腎臓による代謝から遠い平衡式				→	↑	←	↓		↓
7段目	緩衝・代謝の結果	↑↑		↑↑↑	⇌	↑	⇌	↓↓↓		↑

重炭酸緩衝系は、より大きな変化を緩衝する方向に作用するので、 CO_2 を増大させる方向に反応が進む（3 段目）。この緩衝の結果、 HCO_3^- 濃度は増大(↑↑↑)し、 CO_2 濃

度の増大も抑えられる(↑↑↑)。その後、数時間から数日をかけて、腎機能による代謝がおこなわれる(5段目)。これらの緩衝・代償の結果、最終的には HCO_3^- 濃度は増大(↑×5)し、 CO_2 濃度は少し代償された状態(↑)になると考えられる。

iv) 血漿中 H^+ 濃度減少型のストレス場面

Table.3-1-21 肺機能亢進状態に H^+ 濃度減少が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	⇌	H_2CO_3	⇌	H_2O	+	CO_2
1段目	肺機能亢進									↓↓
2段目	ストレスによって起こる変化	↓↓↓								
3段目	最初の変化に近い平衡式	↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓				
	最初の変化から遠い平衡式					↑↑↑	←	↓↓↓		↓↓↓
4段目	緩衝の結果	↑↑↑		↑↑↑	⇌	↓↓↓	⇌	↓↓↓		↓↓↓
5段目	呼吸による代謝									↑↑↑
6段目	呼吸による代謝に近い平衡式					↑↑	←	↓↓		↓↓
	呼吸による代謝から遠い平衡式	↑		↑	←	↓				
7段目	緩衝・代謝の結果	↑↑↑↑		↑↑↑↑	⇌	↓↓	⇌	↓↓↓		↓↓

肺機能亢進型のストレス状態に、血漿中 H^+ 濃度が減少するような急性ストレスが掛かった場合を Table.3-1-21 に示した。

ストレスによって起こされる H^+ 濃度の減少の方が、肺機能亢進による CO_2 濃度低下よりも大きな変化である場合は、重炭酸緩衝系の作用は $\text{H}^+ \leftarrow \text{CO}_2$ の方向に進む(3段目)。この緩衝の結果、 HCO_3^- 濃度の増大(↑×6)と CO_2 濃度の減少の状態、一応の平衡状態となる。その後、肺が分担するべき負荷を負うので、呼吸代謝がおこなわれる。このとき、肺機能が亢進しているので、通常よりも少ない代償となると考えられる。しかしながら、平衡状態を崩す働きであるので、重炭酸緩衝系は作用する。その結果、 HCO_3^- 濃度の増大(↑×7)し、 CO_2 濃度は減少(↓↓)状態となると考えられる。

v) 血漿中 CO_2 濃度減少タイプのストレス場面

肺機能亢進型のストレス状態に、 CO_2 濃度が減少するような急性ストレス反応が起こった場合、肺機能亢進によって CO_2 が減少している状態に、さらに CO_2 濃度が降下する(Table.3-1-22)。

Table.3-1-22 肺機能亢進状態に CO₂ 濃度減少が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	肺機能亢進									↓↓↓
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↓↓↓ ↓↓↓ ↓↓↓ ↓↓↓ ↓
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式					↓↓↓ ↓↓↓	→	↑↑↑ ↑↑↑		↑↑↑ ↑↑↑
	重炭酸緩衝系 最初の変化から遠い平衡式	↓↓↓		↓↓↓	→	↑↑↑				
4段目	緩衝の結果	↓↓↓		↓↓↓	⇌	↓↓↓	⇌	↑↑↑ ↑↑↑		↓↓↓ ↓↓↓ ↓
5段目	腎臓による代謝	↑↑↑								
6段目	重炭酸緩衝系 腎による代謝に近い平衡式	↓↓		↓↓	→	↑↑				
	重炭酸緩衝系 腎による代謝から遠い平衡式					↓	→	↑		↑
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓		↓↓↓ ↓	⇌	↓↓	⇌	↑↑↑ ↑↑↑		↓↓↓ ↓↓↓ ↓

大幅に低下した CO₂ 濃度を緩衝するために、重炭酸緩衝系が作用した結果、HCO₃⁻濃度は減少（↓↓↓）し、CO₂ 濃度は減少（↓×5）を示す（4段目）。その後、腎臓の代謝による代償がおこなわれる。この代償を緩衝した結果、最終的に、HCO₃⁻濃度の減少（↓×5）、CO₂ 濃度の減少（↓×4）を示すと考えられる（7段目）。

3.2.12 腎機能亢進型のストレス状態

腎臓の機能が亢進する場合は、排出が進んで血漿中の H⁺濃度が低下する。したがって、腎機能亢進型の人には、「ストレッサーによって起こる変化」の前に、H⁺濃度の減少が起きている可能性が考えられる。

i) 血漿中 H⁺濃度増加タイプのストレッサー場面

腎機能亢進型では、血漿中 H⁺濃度の減少が考えられる。しかし、急性ストレッサーによる H⁺濃度の増大が強力である場合、重炭酸緩衝系は H⁺濃度の増大を打ち消す方向に作用すると考えられる（Table.3-1-23）。重炭酸緩衝系の作用の結果、一度は平衡状態（4段目）となるものの、呼吸代謝の影響を受けて、最終的には7段目のようになると考えられる。すなわち、HCO₃⁻濃度の減少と CO₂ 濃度の減少である。

その後、呼吸による代償がおこなわれる。この代償を緩衝した結果、HCO₃⁻濃度は減少（↓×6）し、CO₂ 濃度は少し減少（↓）する状態となると考えられる（7段目）。

Table.3-1-23 腎機能亢進状態に H^+ 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2
1段目	腎機能亢進	↓↓								
2段目	ストレスラーによって起こる変化	↑↑↑↑								
3段目	重炭酸緩衝系	↓↓↓↓		↓↓↓↓	→	↑↑↑↑				
	最初の变化に近い平衡式	↓		↓		↑				
3段目	緩衝系の作用					↓↓↓	→	↑↑↑		↑↑↑
	最初の变化から遠い平衡式									
4段目	緩衝の結果	↑↑		↓↓↓↓↓	\rightleftharpoons	↑↑	\rightleftharpoons	↑↑↑		↑↑↑
5段目	呼吸による代謝									↓↓↓↓↓
6段目	重炭酸緩衝系					↓↓	→	↑↑		↑↑
	呼吸による代謝に近い平衡式									
6段目	緩衝系の作用	↓		↓	→	↑				
	呼吸による代謝から遠い平衡式									
7段目	緩衝・代謝の結果	↑		↓↓↓↓↓	\rightleftharpoons	↑	\rightleftharpoons	↑↑↑↑	↑	↓

ii) 血漿中 HCO_3^- 濃度増加タイプのストレスラー場面

腎機能亢進型の人の HCO_3^- 濃度が上昇するストレス状態は、Table.3-1-24 に示したようになると考えられる。すなわち、血漿中の H^+ 濃度低下に HCO_3^- 濃度の上昇が起こる。このとき、より大きな変化を緩衝する方向に反応が進むので、この場合は $H^+ \rightarrow CO_2$ の方向に作用したと考えられる。この後平衡式は、呼吸による代償を得て、再び緩衝系が作用し、 $H^+ \rightarrow CO_2$ の方向に進む。最終的には、 HCO_3^- が増大 ($\uparrow\uparrow$) し、 CO_2 は減少 (\downarrow) した状態で平衡を保つと思われる (7段目)。

Table.3-1-24 腎機能亢進状態に HCO_3^- 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2
1段目	腎機能亢進	↓↓								
2段目	ストレスラーによって起こる変化			↑↑↑↑						
3段目	重炭酸緩衝系	↓↓↓↓		↓↓↓↓	→	↑↑↑↑				
	最初の变化に近い平衡式	↓		↓		↑				
3段目	緩衝系の作用					↓↓↓	→	↑↑↑		↑↑↑
	最初の变化から遠い平衡式									
4段目	緩衝の結果	↓↓↓↓↓		↑↑↑	\rightleftharpoons	↑↑↑	\rightleftharpoons	↑↑↑		↑↑↑
5段目	呼吸による代謝									↓↓↓↓↓
6段目	重炭酸緩衝系					↓↓	→	↑↑		↑↑
	呼吸による代謝に近い平衡式									
6段目	緩衝系の作用	↓		↓	→	↑				
	呼吸による代謝から遠い平衡式									
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓↓↓↓		↑↑	\rightleftharpoons	↑↑	\rightleftharpoons	↑↑↑↑	↑	↓

iii) 血漿中 CO₂ 濃度増加タイプのストレッサー場面

腎機能亢進型のストレス状態に、CO₂ 濃度上昇変化を起こすようなストレッサー場面となった場合、急性ストレッサーによる変化の前に H⁺濃度の減少が起きていると考えられる (Table.3-1-25)。

Table.3-1-25 腎機能亢進状態に CO₂ 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	腎機能亢進	↓↓								
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↑↑↑↑↑ ↑
3段目	重炭酸緩衝系 最初の変化に近い平衡式					↑↑↑↑	←	↓↓↓↓↓		↓↓↓↓↓
	重炭酸緩衝系 最初の変化から遠い平衡式	↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓				
4段目	緩衝の結果	↑		↑↑↑	⇌	↑↑↑	⇌	↓↓↓↓↓		↑↑↑
5段目	腎臓による代謝	↓↓↓↓↓								
6段目	重炭酸緩衝系 腎による代謝に近い平衡式	↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓				
	重炭酸緩衝系 腎による代謝から遠い平衡式					↑↑	←	↓↓		↓↓
7段目	緩衝・代謝の結果			↑↑↑↑↑ ↑↑	⇌	↑↑	⇌	↓↓↓↓↓		↑

重炭酸緩衝系はより大きな変化を緩衝する方向に作用するので、CO₂ 濃度を減少させる方向に反応がすすむ (3 段目)。この緩衝の結果、H⁺濃度の低下は緩衝されて、H⁺濃度増加 (↑) するが、HCO₃⁻も濃度も増加 (↑↑↑) し、CO₂ 濃度は増加が抑えられる (↑↑↑) (4 段目)。その後、腎による代謝が起こる。このとき、腎機能亢進状態の場合、H⁺を減少させる代謝が通常よりも大きくなると思われる (5 段目)。腎による代謝の反応を緩衝した結果、HCO₃⁻濃度は増加 (↑×6) し、CO₂ 濃度は少しの増大 (↑) を示すと考えられる (7 段目)。

iv) 血漿中 H⁺濃度減少タイプのストレッサー場面

腎機能亢進型のストレス状態の人が、血漿中 H⁺濃度が減少するようなストレッサー場面を迎えた場合を Table.3-1-26 に示した。

腎機能亢進によって H⁺濃度が低下している状態に、急性ストレッサーによって H⁺濃度が降下した場合 (1 段目)、重炭酸緩衝系の緩衝作用によって、H⁺濃度の降下は和らぐものの、HCO₃⁻濃度が増大 (↑×6) し、CO₂ 濃度も減少 (↓↓↓) 状態で、一応の平衡状態となる (4 段目)。この後、すみやかに呼吸による代謝がはじまり、一端は平衡状態になった緩衝系が崩される (5 段目)。崩れた平衡を緩衝する方向に、重炭酸緩衝系が

作用して、最終的には HCO_3^- 濃度は増大 ($\uparrow \times 7$) し、 CO_2 濃度は少し増大 (\uparrow) した状態になると考えられる。

Table.3-1-26 腎機能亢進状態に H^+ 濃度降下変化が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2
1段目	腎機能亢進	↓↓↓								
2段目	ストレスラーによって起こる変化	↓↓↓								
3段目	重炭酸式緩衝系 最初の変化に近い平衡式	↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓				
	重炭酸式緩衝系 最初の変化から遠い平衡式			↑↑↑		↑↑↑	←	↓↓↓		↓↓↓
4段目	緩衝の結果	↓↓↓		↑↑↑	\rightleftharpoons	↓↓↓	\rightleftharpoons	↓↓↓		↓↓↓
5段目	呼吸による代謝									↑↑↑
6段目	重炭酸式緩衝系 呼吸による代謝に近い平衡式					↑↑	←	↓↓		↓↓
	重炭酸式緩衝系 呼吸による代謝から遠い平衡式	↑		↑	←	↓				
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓↓		↑↑↑	\rightleftharpoons	↓↓	\rightleftharpoons	↓↓↓		↑

v) 血漿中 CO_2 濃度減少タイプのストレスラー場面

腎機能亢進型のストレス状態では、 H^+ 濃度の減少が起こっている。この状態に CO_2 濃度を減少させる変化を起こした場合を示したのが、Table.3-1-27 である。

Table.3-1-27 腎機能亢進状態に CO_2 濃度減少変化が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2
1段目	腎機能亢進	↓↓								
2段目	ストレスラーによって起こる変化									↓↓↓
3段目	重炭酸式緩衝系 最初の変化に近い平衡式					↓↓↓	←	↑↑↑		↑↑↑
	重炭酸式緩衝系 最初の変化から遠い平衡式	↓↓↓		↓↓↓	←	↑↑↑				
4段目	緩衝の結果	↓↓↓		↓↓↓	\rightleftharpoons	↓↓↓	\rightleftharpoons	↑↑↑		↓↓↓
5段目	腎臓による代謝	↑↑↑								
6段目	重炭酸式緩衝系 腎による代謝に近い平衡式	↓↓		↓↓	←	↑↑				
	重炭酸式緩衝系 腎による代謝から遠い平衡式					↓	←	↑		↑
7段目	緩衝・代謝の結果	↓↓↓		↓↓↓	\rightleftharpoons	↓↓	\rightleftharpoons	↑↑↑		↓↓

急性ストレスラーによる変化が大きい場合、重炭酸緩衝系は CO_2 減少を緩衝する方向である $\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2$ に作用する。その結果、 HCO_3^- 濃度の減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) と CO_2 濃度の減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) が起こる (4段目)。その後、腎による代謝が数時間を要しておこなわれる。

このとき、腎機能が亢進しているため、 H^+ の代償は通常よりも少なめである可能性が考えられる。したがって、これらの緩衝・代償の結果、 HCO_3^- 濃度の減少 ($\downarrow \times 5$) と CO_2 濃度の減少 ($\downarrow \downarrow$) が示されると考えられる。

3.3 ストレス状態と唾液緩衝能

ここまで述べてきたように、唾液緩衝能が測定し得るのは、重炭酸緩衝系のゆらぎであると考えられる。すなわち、慢性ストレス状態においては、腎臓と呼吸器の機能状態によって、そのストレス型が分けられる。したがって、これらのストレス型ごとにそれぞれの緩衝作用を示すと思われ、唾液緩衝能もそれぞれのゆらぎを持って表現されると考えられる。Table.3-1-28 に、ストレス状態の型ごとに、平衡状態を変化させるストレスラーによってゆらされた結果として、示されると予想される唾液緩衝能の変化の方向性を示した。周知の通り、唾液緩衝能は、 HCO_3^- と CO_2 の比によって求められる。Table.3-1-28 では、これまで示してきた重炭酸緩衝系の変化予想表に習い、 HCO_3^- と CO_2 の変化の方向性を矢印で、その強度を矢印の数を持って表した。また、唾液緩衝能は HCO_3^- と CO_2 の比から求められる方向性を太い矢印で表した。

Table.3-1-28 ストレス状態の型ごとの唾液緩衝能の変化方向予想表

慢性ストレス型	ストレスラータイプ	HCO_3^- 増加タイプ 代謝型アシドーシス型		H^+ 増加タイプ 代謝型アシドーシス型		CO_2 増加タイプ 呼吸性アシドーシス型		H^+ 減少タイプ 代謝性アルカローシス型		CO_2 減少タイプ 呼吸性アルカローシス型	
		変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能
正常	HCO_3^-	↑↑	↑	↓↓↓↓↓	→	↑↑↑	→	↑↑↑↑↑	→	↓↓↓	↑
	CO_2	↓		↓↓↓↓↓		↑↑↑		↑↑↑↑↑		↓↓↓↓↓	
肺機能低下型	HCO_3^-	↑↑	→	↓↓↓↓↓	↓	↑↑↑	↓	↑↑↑↑↑	↑	↓↓↓	↓
	CO_2	↑↑		↑↑↑↑↑		↑↑↑↑↑		↑↑↑↑↑		↓	
腎機能低下型	HCO_3^-	↑↑	↑	↓↓↓↓↓	↓	↓↓↓	→	↑↑↑↑↑	↑	↓↓↓	↓
	CO_2	↓		→		↓↓↓		↑		↑↑↑	
肺機能亢進型	HCO_3^-	↑	↑	↓↓↓↓↓	↓	↑↑↑	↑	↑↑↑↑↑	↑	↓↓↓	↑
	CO_2	↓↓↓		↑↑↑↑↑		↑↑		↓↓		↓↓↓↓↓	
腎機能亢進型	HCO_3^-	↑↑	↑	↓↓↓↓↓	↓	↑↑↑	→	↑↑↑↑↑	↑	↓↓↓	→
	CO_2	↓		↓		↑↑↑		↑		↓↓↓	

4. 重炭酸緩衝系と慢性ストレス

ここでは、本研究で使用するストレスラータイプごとに、課題が慢性ストレス状態にお

よぼす影響について、それぞれ検討をしたい。上述したように、何かしら心身の不調を訴えている人で、緩衝作用に影響が出ている場合は、肺機能か腎機能に起因する血漿中の H^+ 濃度の増減か、 CO_2 濃度の増減があると考えられる。すなわち、慢性ストレス状態は、それぞれ 4 つの状態型（肺機能低下型・腎機能低下型・肺機能亢進型・腎機能亢進型）に分けられると考えられる。そこで、慢性ストレス状態の唾液緩衝能の変化について、本実験に用いたストレッサータイプごとに考える。

4.1 暗算課題および騒音曝露課題

本研究で用いる暗算課題および騒音曝露課題は、血漿中 HCO_3^- 濃度が上昇するタイプのストレッサーであると考えられる。すなわち、重炭酸緩衝系において、「ストレッサーによって起こされる変化」が HCO_3^- の上昇である。本研究において、ストレスを感じていると訴えた疲労群は、ストレッサーによって起こされる変化以前に、何らかの負荷がかかっていた可能性が考えられる。

4.1.13 肺機能低下型ストレス状態－血漿中 CO_2 濃度が増加している場合

肺機能が低下すると血漿中 CO_2 濃度が増加する。これは、肺機能低下による換気不全による。したがって、慢性ストレスの中でも肺機能低下型の人には、「ストレッサーによって起こされる変化」以前に CO_2 濃度上昇の負荷がかかっていた可能性が考えられる (Table.3-1-9)。

本研究においては、暗算課題および騒音曝露課題後には HCO_3^- の増大 ($\uparrow\uparrow$) と CO_2 の増大 ($\uparrow\uparrow$) 状態となったと考えられ、その比である唾液緩衝能は、あまり変化が見られないと考えられる。

4.1.14 腎機能低下型ストレス状態－血漿中 H^+ 濃度が増加している場合

腎機能が低下すると、腎による排出機能が低下して血漿中の H^+ 濃度が増加する。したがって、本研究においては、「ストレッサーによって起こされる変化」以前に H^+ 濃度の上昇という負荷が、腎機能低下型の人にはかかっていた可能性が考えられる (Table.3-1-14)。

本研究における精神的ストレッサー条件である暗算課題と騒音課題では、課題終了後には呼吸の増大は収まっていると考えられる。したがって、唾液緩衝能を考えるときは、表中の「緩衝・代謝の結果」を参照することが可能であろう。すなわち、課題後には HCO_3^- の

増大(↑↑)とCO₂の低下(↓)状態となったと考えられ、その比である唾液緩衝能は上昇したと考えられる。

4.1.15 肺機能亢進ストレス状態－血漿中CO₂濃度が減少している場合

肺機能が亢進すると、過剰換気状態となり血漿中CO₂濃度が減少する。したがって、肺機能亢進型の人には、「ストレッサーによって起こる変化」の前に、CO₂濃度の減少が起きている可能性が考えられる (Table.3-1-19)。

本研究の課題では、緩衝・代償の結果、最終的には、HCO₃⁻は増大(↑)し、CO₂は最初よりも減少する(↓↓↓)と考えられる。したがって、唾液緩衝能は、上昇すると考えられる。

4.1.16 腎機能亢進型ストレス状態－血漿中H⁺濃度が減少している場合

腎臓の機能が亢進する場合は、排出が進んで血漿中のH⁺濃度が低下してしまう。腎機能亢進型の人HCO₃⁻濃度が上昇するストレス状態は、Table.3-1-24に示したようになると考えられる。

本研究の課題では、最終的には、HCO₃⁻が増大(↑↑)し、CO₂は減少(↓×4)した状態で平衡を保つと思われる。したがって、唾液緩衝能は上昇すると考えられる。

4.2 踏み台昇降運動課題

踏み台昇降運動は、筋肉活動を伴う課題であるので、血漿中H⁺濃度が上昇するタイプのストレッサー課題であると考えられる。ここでは、慢性ストレス型の違いにおいて、「ストレッサーによって起こされる変化」がH⁺濃度の上昇である場合の変化をそれぞれ考える。

4.2.17 肺機能低下型ストレス状態－血漿中CO₂濃度が増加している場合

肺機能低下型の人が踏み台昇降運動をおこなった場合は、運動によって起こる変化(H⁺の上昇)以前にCO₂濃度の上昇が認められると考えられる (Table.3-1-8)。

肺機能低下型の人踏み台昇降運動課題では、これらの緩衝・代償を経て、運動直後はHCO₃⁻減少(↓×6)とCO₂増大(↑×5)が起き、10分後ではHCO₃⁻減少(↓×8)とCO₂増大(↑×4)が起きていると考えられる。すなわち、唾液緩衝能は、運動直後に低下し、10分後には更に低下を示すと考えられる。

4.2.18 腎機能低下型ストレス状態－血漿中 H^+ 濃度が増加している場合

腎機能低下型の人の場合を Table.3-1-13 に示した。すなわち、ストレッサーによって H^+ 濃度の上昇をもたらされる以前に、通常よりも H^+ 濃度が低下している場合である。

本研究における身体的ストレッサー条件の能動対処課題である踏み台昇降運動は、運動への参加筋群量が多いことが知られているので、運動後にも呼吸による代償が続いていたと考えられる。したがって、唾液緩衝能を考えるときは、運動直後は表中「緩衝の結果」の HCO_3^- 変化と「呼吸による代謝」の CO_2 変化を参照するべきであると思われる。また、運動後 10 分以上経過するなど運動者が落ち着いてきた状態の時は、「緩衝・代謝の結果」の HCO_3^- と CO_2 の変化を参照できるであろう。すなわち、腎機能低下型の人々の唾液緩衝能は、運動直後は HCO_3^- の減少 ($\downarrow \times 6$) と呼吸代謝による CO_2 の増大 ($\uparrow \uparrow \uparrow$) が起こり、10 分後は HCO_3^- の減少 ($\downarrow \times 8$) と CO_2 は回復 (\rightarrow) が起こったと考えられる。したがって、 HCO_3^- と CO_2 の比から算出する唾液緩衝能は、運動直後に低下傾向となり、10 分後にはさらなる低下を示すと考えられる。

4.2.19 肺機能亢進型ストレス状態－血漿中 CO_2 濃度が減少している場合

過剰換気は肺機能が亢進しておこり、血漿中 CO_2 濃度が低下する。肺機能亢進状態の人が運動課題をおこなう場合、筋肉活動による H^+ 濃度の増大を緩衝する方向に、重炭酸緩衝系が作用すると考えられる。すなわち、 $H^+ \rightarrow CO_2$ の方向である (Table.3-1-18)。したがって、肺機能亢進型の人々が踏み台昇降運動課題をおこなった場合、運動直後には HCO_3^- 減少 ($\downarrow \times 6$) と CO_2 増大 (\uparrow) 状態となると考えられる。また、運動後 10 分では HCO_3^- 減少 ($\downarrow \times 8$) と CO_2 減少 ($\downarrow \downarrow \downarrow$) となるであろう。すなわち、唾液緩衝能は、運動直後では上昇傾向となり、10 分後では低下を示すと考えられる。

4.2.20 腎機能亢進型ストレス状態－血漿中 H^+ 濃度が減少している場合

腎機能亢進型では、血漿中 H^+ 濃度の減少が考えられる。しかし、運動による H^+ 濃度の増大は強力である。したがって、重炭酸緩衝系は H^+ 濃度の増大を打ち消す方向に作用すると考えられる (Table.3-1-23)。したがって、唾液緩衝能においては、課題直後では上昇傾向となり、10 分後には低下すると考えられる。

4.3 かけ声課題

本研究において、身体的ストレッサー条件の受動的対処課題であるかけ声課題は、連続

して呼気増大をおこなうので、血漿中の CO_2 濃度が減少するタイプのストレッサー課題である。腎機能低下型、肺機能低下型、腎機能亢進型および、肺機能亢進型のそれぞれのストレス状態における緩衝・代償作用について、以下のように考えられる。

4.3.21 肺機能低下型ストレス状態－血漿中 CO_2 濃度が増加している場合

肺機能低下型のストレス状態では、血漿中 CO_2 濃度の増大がおこる。この状態にかけ声課題をおこなった場合を考える。肺機能の低下による CO_2 濃度の増大よりも急性ストレッサーであるかけ声課題による CO_2 濃度の減少の方が大きな変化であると考えられるので、重炭酸緩衝系は CO_2 減少を打ち消す方向に作用すると考えられる (Table.3-1-12)。

唾液緩衝能に関しては、呼気の調節による CO_2 減少も考慮に入れると、課題直後では HCO_3^- 減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) と CO_2 減少 (\downarrow) の状態となり、唾液緩衝能は低下を示すと考えられる。また、課題後 10 分では、呼気も落ち着いており、 HCO_3^- 減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) と CO_2 は代償された状態 (\rightarrow) となり、減少傾向を示すと考えられる。

4.3.22 腎機能低下型ストレス状態－血漿中 H^+ 濃度が増加する場合

腎機能低下型のストレス状態では、 H^+ 濃度の増大が起こっている。ここに新たなストレッサーであるかけ声課題をおこない、血漿中 CO_2 濃度を低下させた場合は Table.3-1-17 に示した。

本研究のかけ声課題によって得られる唾液緩衝能の結果は、一応の平衡を保っている状態 (4 段目) を反映していると考えられる。したがって、唾液緩衝能は、課題直後は HCO_3^- 減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) と CO_2 減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) を反映して、横ばい傾向にあると考えられる。加えて、課題終了後には実験参加者は、呼気を止めるなどをして能動的に CO_2 減少を緩和していると考えられるので、唾液中の CO_2 濃度は低下傾向にあると考えられる。したがって、課題後 10 分では、呼気も落ち着いており、 HCO_3^- 減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) と CO_2 減少 ($\downarrow\downarrow$) を反映して、唾液緩衝能は、横ばい状態になると考えられる。

4.3.23 肺機能亢進型ストレス状態－血漿中 CO_2 濃度が減少している場合

肺機能亢進型のストレス状態では、血漿中 CO_2 濃度が低下しているところに、課題によって更に CO_2 濃度の低下がもたらされると考えられる (Table.3-1-22)。

本研究の課題では、直後は HCO_3^- 減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) と CO_2 の緩衝 ($\downarrow \times 5$) により、これらの比である唾液緩衝能は上昇を示すと考えられる。また、課題 10 分後においては、 HCO_3^- 濃度の減少 ($\downarrow \times 5$) と CO_2 濃度の減少 ($\downarrow \times 4$) となり、唾液緩衝能は低下す

ると考えられる。

4.3.24 腎機能亢進型ストレス状態－血漿中 H^+ が減少している場合

腎機能亢進型のストレス状態では、 H^+ 濃度の減少が起こっている。この状態に CO_2 濃度を減少させる変化を起こした場合を示したのが、Table.3-1-27である。

本研究の課題の結果、課題直後では、 HCO_3^- の減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) と CO_2 の減少 ($\downarrow\downarrow\downarrow$) が示されると考えられ、唾液緩衝能は横ばいを示す可能性が考えられる。また、課題後 10 分では、呼気による調節の影響も現れると考えられるので、 HCO_3^- 濃度の減少 ($\downarrow \times 5$) と CO_2 濃度の減少 ($\downarrow\downarrow$) が起こっており、唾液緩衝能は低下すると考えられる。

5. 学生の蓄積的疲労感

第 2 章において、学生を対象としても、基本的には就労者を対象として慢性ストレス状態を評価する目的で作成された蓄積的疲労徴候インデックス (An Index of cumulative fatigue symptoms ; CFSI) が使用可能であることが示された。しかしながら、母集団の基準が必要であることも同時に示された。これらの結果を受けて、本実験では、慢性ストレス状態の基準として CFSI の得点を用いることとした。また、CFSI を学生に適応して慢性ストレス状態を識別するためには母集団における CFSI の特徴を基準にする必要があることから、本実験では予め実験参加者の母集団の CFSI を測定し、母集団の平均値を算出して基準とした。すなわち、最初に実験参加者母集団 (362 名) の CFSI によって得られた日常的に自覚された心身状態の訴えの合計得点の結果を基に、慢性ストレス感の平均点を算出した。本実験の参加者母集団の CFSI 得点の平均値は、 259.1 ± 154.4 点であった。次に、この平均点を基準にして、慢性ストレスを強く自覚している学生と、あまり自覚のない学生を抽出し、実験参加を依頼した。

本研究では、母集団の基準点 ($259.1 + 0.5 SD$) よりも CFSI 得点の高い学生を「疲労群」、基準点 ($259.1 - 0.5 SD$) より得点の低い学生を「健康群」と定義した。

CFSI は、上述したように、何日間か停滞して感じるような症状・状態、または時々感じる心身の違和感を尋ねる 8 項目 81 問からなる 2 評定法質問紙であり、本研究では CFSI の採点方法に準じて回答を採点した (得点範囲 0 ~ 800 点)。

6. 本章の目的

第3項で述べたように、酸塩基平衡の重炭酸緩衝系に影響をすることがであろう慢性的なストレス状態として、肺機能低下型、腎機能低下型、肺機能亢進型、および腎機能亢進型のストレス状態があると考えられる。このことは、慢性ストレス状態を考えるときには、そのストレス型やストレスの進行状況などの個人差を考慮する必要があることを示している。したがって、本研究が目指すところの慢性ストレス状態検出のためには、これら個人のストレス状態を識別する可能性を検討することが重要である。そこで、本章では、予備実験で使用した精神的ストレス条件と身体的ストレス条件における能動的対処課題と受動的対処課題をそれぞれ用いた。これらの課題は、重炭酸緩衝系に影響をおよぼすストレスタイプによって区別する。すなわち、 HCO_3^- を増加タイプ、 H^+ 増加タイプおよび、 CO_2 減少タイプのストレス課題を用いて、ストレスタイプごとのストレス反応を検討した。具体的には、暗算課題、騒音曝露課題、踏み台昇降運動課題および、かけ声課題をそれぞれ施行し、慢性ストレス感を強く自覚している学生とあまり自覚していない学生を比較することで、急性ストレス条件下における慢性的ストレス状態の反応を検討する。また、異なる種類のストレス条件下における慢性ストレス状態の人たちの反応を測定して、対象学生の慢性ストレス状態について検討をすることで、ストレス型やストレスの進行状況の識別の可能性を検討する。

第2節 精神的ストレス： 能動的対処課題

1. 問題と目的

暗算課題などの能動的対処課題下では、血漿中の HCO_3^- が上昇すると考えられる。すなわち、重炭酸緩衝系平衡式 Table.3-1-3 の作用の方向が【B】の平衡式の血漿中 HCO_3^- 濃度が増加するタイプであると考えられる。本章の予備実験において、【B】の平衡式タイプである暗算課題では、コルチゾール濃度およびクロモグラニン A 濃度、共に課題によって低下することが示された (Table.3-1-2)。

そこで本節では、暗算課題をおこない、慢性ストレスを強く感じている学生と慢性ストレス感があまり強くない学生を比較することで、血漿中 HCO_3^- 濃度が増加する能動的対処場面の体内平衡および唾液緩衝能と、慢性ストレスとの関係を考えた。

2. 方法

2.1 実験参加者

実験参加者母集団学生の平均点を基準にして、実験参加の依頼をした結果、健康な学生 29 名 (女性 14 名, 男子 15 名。平均年齢 28.2 ± 9.4 歳) が本実験に参加した。

2 群の実験参加者は、疲労群 15 名 {女性 9 名, 男性 6 名。平均年齢 27.0 ± 9.6 歳 (CFSI 299.4 ~ 700.6 点)}, 健康群 14 名 {女性 5 名, 男性 9 名。平均年齢 29.4 ± 9.3 歳 (CFSI 0.0 ~ 275.5 点)} であった。

全ての実験参加者に、本実験の意義と参加・不参加によって不利益が生じないこと、および本実験では唾液採取をおこなうこと、採取唾液からコルチゾール濃度、MHPG および HVA 濃度と唾液緩衝能を測定すること、得られたデータは全て個人が特定できない状態にして研究目的以外には使用しないことなどを十分に説明をし、実験参加に承諾を得た。

参加者には、あらかじめ実験の日時を知らせ、実験に食事の影響がないように実験開始前 1 時間の飲食を控えるように教示した。また、実験開始前に水道水で口腔内を洗浄することを求めた。

2.2 手続き

実験参加者は全員、実験室として用意した講義室に集合した。20分間の座位安静の後、全員に気分評定への回答と唾液採取を求めた。その後、パソコンからプロジェクターを通して全員に課題を提示した。課題として、画面には3桁の数字が4秒間ずつ計75題示された。最初に参加者には、これから提示される数字からある数字(27)を減じた値を解答するように教示した。参加者には予め、解答は参加者全員の前で採点され、解答用紙は回収されることが伝えられた。課題の直後と課題終了10分後に再び、それぞれ気分評定への回答と唾液採取を全員に求め、実験を終了した (Figure.3-2-2)。

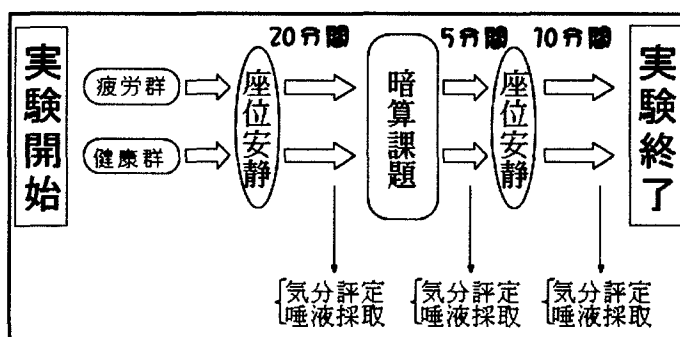


Figure.3-2-2 実験手続き

2.3 測定

2.3.1 気分評定

実験時の気分を評定する目的で、アフェクトグリッド(Affect-Grid)法を用いて、参加者全員の快適感および覚醒感を測定した。

2.3.2 唾液採取方法および、唾液測定法

唾液採取は、第1章第2節の方法に準じた。採取唾液からは、唾液緩衝能と唾液中コルチゾール、唾液中 MHPG 濃度および HVA 濃度を測定した。

唾液緩衝能の測定は、第1章第2節の方法に準じた。

唾液中コルチゾール濃度は、酵素免疫抗体法を用いて測定した。実際には、ハイ・センシティ・サリバリー・コルチゾール・エンザイム・イムノアッセイ・キット (High Sensity Salivary Cortisol Enzyme Immunoassay Kit: サリメトリック社製, アメリカ) にて、総コルチゾール(遊離型+蛋白結合型)をマルチスキャン JX 検出器 (Multiskan JX: サーモエレクトロン社製, アメリカ) を用いて波長 450 nm で測定、定量した。

唾液中 MHPG 濃度および HVA 濃度は、永らの方法（2002）を用いて高速液体クロマトグラフィー法-3-カラムスイッチング方式により、蛍光光度検出器を用いて励起光 280nm、蛍光 320nm にて、それぞれ測定、定量した（装置、カラムとも SHISEIDO 社製）。

2.4 統計的解析方法

それぞれの測定値に関して、CFSI 要因（疲労群・健康群）と課題要因（直前・直後・10分後）の 2×3 の混合分散分析をおこなった。全ての測定値の結果は、平均値±標準偏差で示した。

3. 結果

3.1 唾液緩衝能

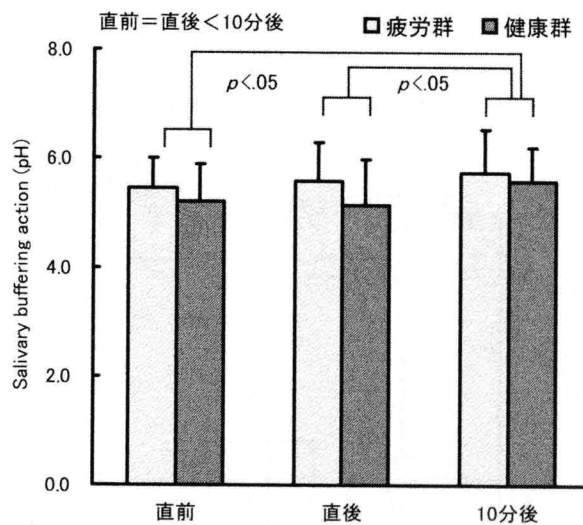


Figure.3-2-3 唾液緩衝能の2群間の比較

唾液緩衝能の両群の平均値は、以下の通りであった。疲労群の課題直前は pH5.45 ± 0.57, 課題直後は pH5.58 ± 0.72, 課題終了 10 分後では pH5.73 ± 0.81 であった。一方、健康群では課題直前は pH5.20 ± 0.70, 直後は pH5.15 ± 0.82, 10 分後は pH5.59 ± 0.61 であった。両群間と課題区間の分散分析の結果、課題要因の主効果が認められたので { $F(2,54)=3.96, p<.05$ }, 引き続き LSD 法による多重比較をおこなった。その結果、課題終

了 10 分後の唾液緩衝能が，課題前と直後よりも高くなることが明らかとなった ($MSE=0.251, p<.05$) (Figure.3-2-3)。

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の疲労群の平均値は，課題直前は $0.21 \pm 0.12 \mu\text{l/dl}$ ，直後は $0.26 \pm 0.26 \mu\text{l/dl}$ ，10分後は $0.06 \pm 0.03 \mu\text{l/dl}$ であった。健康群の平均濃度は， $0.24 \pm 0.18 \mu\text{l/dl}$ ，直後は $0.13 \pm 0.07 \mu\text{l/dl}$ ，10分後は $0.08 \pm 0.04 \mu\text{l/dl}$ であった。

分散分析の結果，CFSI 要因と課題要因に交互作用が認められた $\{F(2,54)=4.17, p<.05\}$ 。そこで，CFSI の単純主効果の検定をおこなったところ，課題直後 $\{F(1,27)=6.00, p<.05\}$ に有意があり，疲労群の方が健康群よりもコルチゾール濃度が，課題直後に有意に高値になることが明らかとなった。また，課題の単純主効果の検定の結果では，疲労群では課題で有意であり $\{F(2,54)=10.95, p<.01\}$ ，健康群でも課題で有意であった $\{F(2,54)=6.12, p<.01\}$ 。LSD 法による多重比較の結果，疲労群では課題終了 10 分後のコルチゾール濃度が，課題直前および直後よりも有意に低下することが認められた ($MSE=0.015, p<.05$)。また，健康群では課題直前よりも，直後および 10 分後のコルチゾール濃度が低下することが明らかとなった ($MSE=0.015, p<.05$) (Figure.3-2-4)。

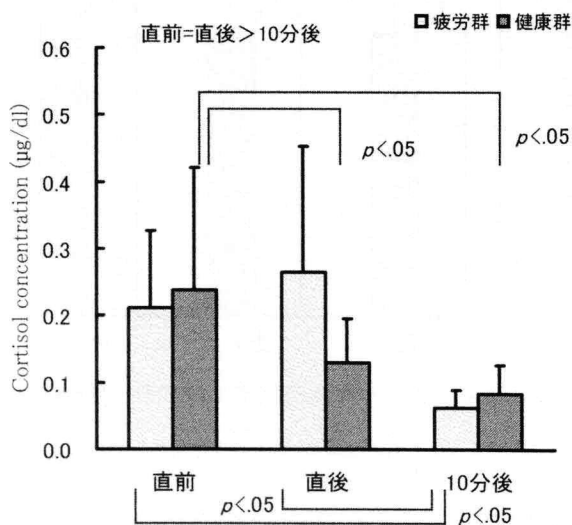


Figure.3-2-4 唾液中コルチゾール濃度の平均値

3.3 唾液中 MHPG 濃度

唾液中 MHPG 濃度の疲労群の平均値は，課題直前は $11.30 \pm 7.75 \text{ ng/ml}$ ，直後は 11.54

± 7.82 ng/ml, 10分後は 13.13 ± 6.27 ng/ml であった。健康群の平均濃度は, 課題直前は 13.46 ± 10.36 ng/ml, 直後は 23.71 ± 19.07 ng/ml, 10分後は 17.48 ± 9.08 ng/ml であった。

分散分析の結果, CFSI 要因に主効果が認められた { $F(2,54)=4.17, p<.05$ }。すなわち, 疲労群よりも健康群の方が有意に MHPG 濃度が高値であることが明らかとなった。(Figure.3-2-5)

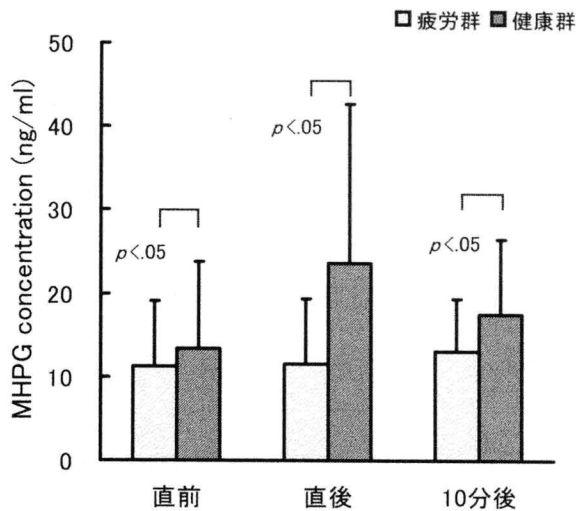


Figure.3-2-5 唾液中 MHPG 濃度の群間比較

3.4 唾液中 HVA 濃度

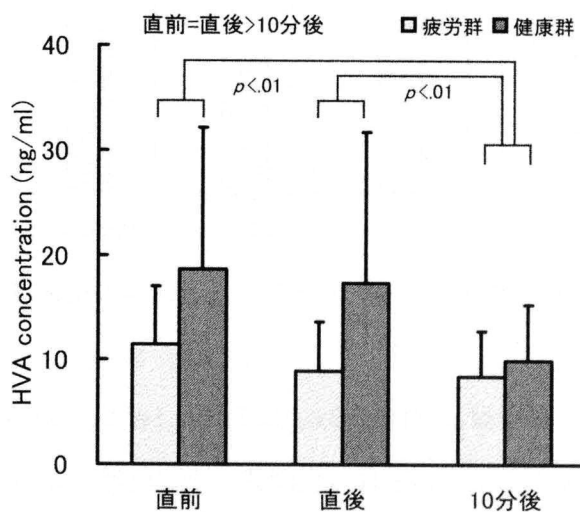


Figure.3-2-6 唾液中 HVA 濃度の両群の平均

唾液中 HVA 濃度の疲労群の平均値は, 課題直前は 11.41 ± 5.54 ng/ml, 直後は 8.94 ± 4.69 ng/ml, 10分後は 8.39 ± 4.39 ng/ml であった。健康群の平均濃度は, 課題直前は 18.62

± 13.57 ng/ml, 直後は 17.35 ± 14.37 ng/ml, 10 分後は 9.96 ± 5.25 ng/ml であった。

分散分析の結果, 課題要因に主効果が認められたので $\{F(2,54)=5.63, p<.01\}$, LSD 法による多重比較を引き続きおこなった。その結果, 課題直前と直後の HVA 濃度は, 10 分後よりも有意に高値であることが明らかとなった ($MSe=45.741, p<.05$) (Figure.3-2-6)

3.5 気分評定

快適感の平均値は, 疲労群の課題直前は 4.47 ± 1.50 点, 課題直後は 2.67 ± 2.05 点, 課題終了 10 分後は 4.73 ± 1.81 点, 健康群の直前は 4.71 ± 1.75 点, 直後は 3.57 ± 2.16 点, 10 分後 4.79 ± 1.21 点であった。

快適感に関する 2 要因の分散分析の結果, 課題要因に主効果が認められた $\{F(2,54)=7.91, p<.01\}$ 。そこで, LSD 法による多重分析をおこなった結果, 課題直後は直前, および 10 分後よりも快適感得点が有意に低下することが明らかとなった ($MSe=2.98, p<.05$) (Figure.3-2-7)。

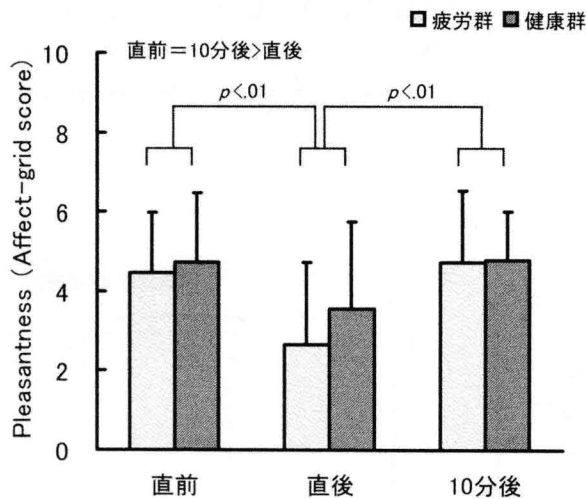


Figure.3-2-7 アフェクトグリッド法による快適感

覚醒感では, 疲労群の平均値は課題直前は 3.27 ± 1.18 点, 直後は 6.00 ± 2.34 点, 10 分後は 5.20 ± 1.90 点であった。健康群の覚醒感の平均値は, 課題直前 4.71 ± 1.62 点, 直後は 7.14 ± 1.96 点, 10 分後は 7.14 ± 1.81 点であった。

覚醒感の分散分析の結果, CFSI 要因に主効果が認められ $\{F(1,27)=6.77, p<.05\}$, 健康群の方が疲労群よりも快適感が高いことが明らかとなった。また, 課題要因にも主効果が認められたので $\{F(2,54)=31.54, p<.01\}$, 引き続き LSD 法による多重比較をおこなった。

その結果、課題直前よりも直後および 10 分後において有意な覚醒感の上昇が認められた ($MSE=1.77, p<.05$) (Figure.3-2-8)。

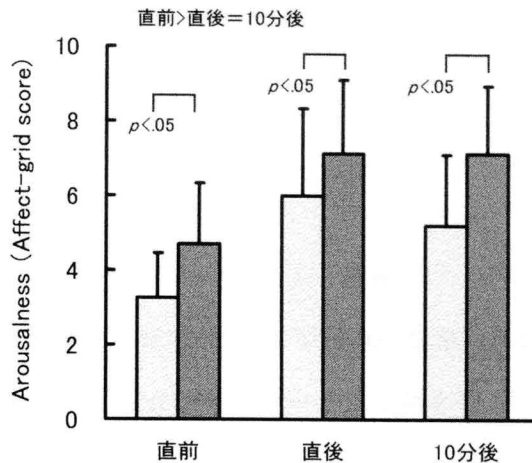


Figure.3-2-8 覚醒感の平均値比較

4. 考察

本節では、慢性ストレスを強く感じている学生と慢性ストレス感があまり強くない学生を暗算課題下で比較することで、血漿中 HCO_3^- 濃度が増加するタイプのストレスサー場面と、慢性ストレスとの関係を考えた。

その結果、唾液緩衝能では、両群共に課題終了 10 分後において明らかな上昇が認められた。唾液中コルチゾール濃度では、健康群は課題後と課題 10 分後に明らかな低下を示し、疲労群では課題終了 10 分後に明らかに低下を示した。加えて、課題直後では疲労群は健康群よりも有意に高値を示した。MHPG 濃度においては、疲労群よりも健康群の方が有意に MHPG 濃度が高値であることが明らかとなった。また、HVA 濃度は、課題直前と直後は、10 分後よりも有意に高値であることが明らかとなった。気分評定の快適感では、課題直後は直前、および 10 分後よりも明らかな低下が認められた。覚醒感は、健康群の方が疲労群よりも高いことが明らかとなった。また、両群共に課題直前よりも直後および 10 分後において、覚醒感の有意な上昇が認められた。

4.1 唾液緩衝能

健康群では、暗算課題の後に唾液緩衝能が課題前よりも有意に高値を示し、予備実験の

結果、および Table.3-1-28 の HCO_3^- 増加タイプのストレス変化方向を支持した。また、本実験では、疲労群においても暗算課題の後に、唾液緩衝能の有意な上昇が認められた。これは、ストレスのよって増加した HCO_3^- を緩衝しようと作用した結果、最初の状態よりも CO_2 が低下し、 HCO_3^- 増加したために、その割合から得られる唾液緩衝能を上昇させたと考えられる。

4.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度は、暗算課題終了 10 分後に有意な低下を示した。周知の通り、コルチゾールは、糖代謝および生体異化を中心とする各種の代謝作用を持つステロイドホルモンである。したがって、コルチゾールの課題後の低下は、暗算課題が能動的対処課題ではあっても身体活動は伴わないことに起因すると考えられる。また、課題直後は、疲労群の方が健康群よりも明らかな上昇を示した。コルチゾールは、ストレスに対処するのにとても有用なホルモンである。しかしながら、慢性ストレスによって、慢性的に交感神経優位な状態や継続的にコルチゾール分泌が多い状態になると、細胞の受容体の感受性が低下する。受容体感受性が低下すると、コルチゾールの生理活性が低下するので、体内では更にたくさんのコルチゾールが必要となり、分泌量の増加状態が続くことが知られている。本研究においても、疲労群では、この受容体抵抗性（感受性の低下）が起こっていると考えられ、暗算課題によるストレス反応時のコルチゾール分泌量が増加したものと考えられる。

4.3 MHPG 濃度

MHPG はノルアドレナリンの最終代謝産物である。自律神経末端から放出されるアドレナリンの量が多いと、信号が伝わりやすくなり、生理状態の活性化がすみやかにおこなわれる。すなわち、ストレス反応の頻度が高いほどノルアドレナリンの量が多くなると考えられる。しかしながら、神経末端には自己受容体が存在している。この受容体は、神経末端が放出した伝達物質を抑制して、余分な伝達物質は受容し、分解・排出する働きを持っている。また、ノルアドレナリンの分泌によって生理状態の活性化がおこなわれていることは同時に、体がとても元気であることを示している。本研究における慢性ストレスは、自覚的な蓄積疲労を取り上げているので、とても元気な状態とは考えにくい。したがって、

本実験における MHPG 濃度は、慢性ストレス感の強い学生である疲労群の方が、対照学生健康群よりも低値を示していたと考えられる。

4.4 HVA 濃度

HVA はドーパミンの最終代謝産物である。ドーパミンは、アドレナリンやノルアドレナリンと同じモノアミン系の神経伝達物質であり、運動調節、ホルモン調節、快の気分、意欲、学習などに関わっていることが知られている。本実験においては、快適感が課題の直後に有意に低下していた。血漿中のモノアミンが唾液中に流出するには、10～20分の時間差があると言われている。したがって、本実験において HVA 濃度の低下が暗算課題終了10分後に認められたのは、この時間差のためであると考えられる。

4.5 覚醒感

アドレナリンの分泌と覚醒の高進に関しては、多くの先行研究がある。生活体は、ストレスに曝された場合、周囲に気を配り、潜在的な危険に備える体制に入る。このときに、全身に分泌されたアドレナリンが循環系に流入し、自律神経系における交感神経を活性化することが知られている。本研究における「覚醒」とは、周囲に注意をくばり、物事を正しく認識しうる状態を示している(中島・子安・繁樹・箱田・安藤・坂野・立花, 1999)。すなわち、本研究における覚醒感は、中枢系の覚醒水準のことではなく、意識的な生理活性を示している。したがって、MHPG 濃度の結果と覚醒感の結果には深い関わりがあると考えられる。

また、覚醒感において、疲労群の方が健康群よりも低値を示したことは、アドレナリンの分泌状態を反映している可能性が考えられる。

第3節 精神的ストレス： 受動的対処課題

1. 問題と目的

精神的ストレス課題の内、受動的対処課題として本実験では、騒音曝露を取り上げた。近年、環境庁によるストレス調査においても騒音は大きく取り扱われ、騒音による刺激音により、副交感神経系が抑制されると報告されるなど、騒音は重大なストレスのひとつである。予備実験においては、騒音曝露課題は、暗算課題と同様に体内平衡式では【B】の血漿中 HCO_3^- 濃度が増加するタイプであると考えられた。しかしながら、受動的対処課題である騒音曝露は、暗算課題とは異なり、コルチゾール濃度は低下したが、クロモグラニンAは変化を示さなかった (Table.3-1-2)。

そこで本節では、騒音曝露をおこない、慢性ストレスを強く感じている学生と慢性ストレス感があまり強くない学生を比較することで、血漿中 HCO_3^- 濃度が増加するストレスタイプの体内平衡および唾液緩衝能と、慢性ストレスとの関係を考えて。

1.1 音量のデシベルの定義

騒音は、主にデシベル (dB) で表現される。デシベルとは、基準の信号と比較してどの程度大きいかという表現方法で、量などの値やゲインなどの数値の比較をするために用いる。例えば、電力のデシベルは、 $[\text{dB} = 10 \times \log (\text{比較対象の値} / \text{基準とする値})]$ であり、電圧・電流・音圧などのデシベルは、 $[\text{dB} = 20 \times \log (\text{比較対象の値} / \text{基準とする値})]$ となる。すなわち、電力などの 1 デシベルは、信号の 10 倍であるのに対し、電圧や音圧基準の大きさの場合は 20 倍となるのである。このようにデシベルは、基準値と比較して何倍、或いは何分の 1 であるかという事を対数 (log) を用いて表現するための単位記号であるので、大きさや量を表すには基準になる大きさや量が必要である。音量の基準となる音圧は、通常の人々の耳に聞こえる最小音の $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ である。

1.1.1 身近な音の大きさの例

身近な音をデシベルで表記すると以下のようなになる。すなわち、飛行機のエンジンの近くで聞く、隣の人の声も聞こえないような音の大きさは 120 デシベルほどであると言われている。また、会話が困難となる、騒々しい工場の中やカラオケボックス内では、およそ 90 デシベルが測定される。その他、身近な音の例とデシベルの関係については、

Table.3-3-29 に示した。

Table.3-3-29 身近な音のデシベル表示

デシベル	身近な音の例
120dB	飛行機のエンジンの近く
110dB	自動車の警笛(前方2m)・リベット打ち
100dB	電車が通るときのガードの下
90dB	犬の鳴き声(正面5m)・騒々しい工場の中・カラオケ(店内客席中央)
80dB	地下鉄の車内・電車の車内・ピアノ(正面1m)
70dB	ステレオ(正面1m、夜間)・騒々しい事務所の中・騒々しい街頭
60dB	静かな乗用車・普通の会話
50dB	静かな事務所・クーラー(屋外機、始動時)
40dB	市内の深夜・図書館・静かな住宅の昼
30dB	郊外の深夜・ささやき声
20dB	木の葉のふれあう音・置時計の秒針の音(前方1m)

1.2 騒音について

1.2.2 騒音の基準

騒音の基準に関しては、環境基本法（平成5年法律第91号）第16条第1項の規定に基づく騒音に係る環境基準について告示されている。“環境基本法第16条第1項の規定に基づく、騒音に係る環境上の条件について生活環境を保全し、人の健康の保護に資する上で維持されることが望ましい基準（以下「環境基準」という。）”（環境基本法（平成5年法律第91号））は、すなわち、療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域など特に静穏を要する地域では、昼間は50デシベル以下、夜間40デシベル以下。主に住居の用に供される地域では、昼間55デシベル以下、夜間45デシベル以下。また、相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域では、昼間60デシベル以下、夜間50デシベル以下とされている。その他、幹線交通を担う道路に近接する場合での基準値は、昼間70デシベル以下、夜間65デシベル以下である。しかし、この場合は、“個別の住居等において騒音の影響を受けやすい面の窓を主として閉めた生活が営まれていると認められるときは、屋内へ透過する騒音に係る基準（昼間にあつては45デシベル以下、夜間にあつては40デシベル以下）によることができる”という備考つきである。すなわち、日常生活における環境基準としては、おおむね60デシベル程であると考えられる。

1.2.3 騒音のもたらす影響

法律によって環境基準が設けられるほどに、騒音は国民の健康的な生活に影響するものであることが知られている。騒音と健康に関する調査・研究は、これまで数多くなされてきた。騒音が心身や社会におよぼす影響に関しては、おおむね以下のようなことが確認さ

れている。すなわち、睡眠障害や精神におよぼす影響、聴力障害、ひび割れなどの物的な影響、そして地価の下落などの社会的な影響である (Table.3-3-30)。

以上のように、『音』は、その大きさによって、かなりのストレスサーであることが知られている。

Table.3-3-30 騒音が心身や社会におよぼす影響

騒音が及ぼす影響	
睡眠妨害	眠れない、目が覚める…
心理影響	うるさい、気になる、やかましい…
活動妨害	会話妨害、テレビやラジオの聴取妨害、読書・勉強・作業の邪魔…
聴力障害	難聴
身体被害	頭痛・めまい、ノイローゼ…
物的被害	互のずれ、壁のひび割れ、精密機械などへの影響…
社会影響	地価下落や土地利用の制限、相隣問題…

本実験で用いられた騒音 (90dB) 曝露では、実験参加者は刺激による呼吸増大や筋肉活動を伴わないので、 HCO_3^- 増加以外の重炭酸緩衝系の変動は伴わない試験であると考えられる。環境庁の報告でも騒音曝露の場合は、“一過性の交感神経系活動亢進状態をもたらすが、速やかに回復する”としており、また心拍数や呼吸数の影響は認められないとしている。

そこで本実験では、90 dB 相当の騒音曝露課題をおこなうことで、血液中 HCO_3^- 濃度が増加する受動的対処場面の体内平衡および、唾液緩衝能と慢性ストレスとの関係を考える。

2. 方法

2.1 実験参加者

実験参加者母集団学生の平均点を基準にして、実験参加の依頼をした結果、健康な大学生 45 名 (女性 40 名, 男性 5 名。平均年齢 21.5 ± 0.7 歳) が本実験に参加した。

実験参加者は、疲労群 17 名 {女性 14 名, 男性 3 名。平均年齢 21.4 ± 0.5 歳 (CFSI 311.2 ~ 553.2 点)}, 健康群 28 名 {女性 26 名, 男性 2 名。平均年齢 21.5 ± 0.7 歳 (CFSI 10.0 ~ 289.4 点)} であった。

全ての実験参加者に、本実験の意義と参加・不参加によって不利益が生じないこと、および本実験では唾液採取をおこなうこと、採取唾液からコルチゾール濃度、MHPG およ

び HVA 濃度と唾液緩衝能を測定すること、得られたデータは全て個人が特定できない状態にして研究目的以外には使用しないことなどを十分に説明をし、実験参加に承諾を得た。

参加者には、あらかじめ実験の日時を知らせ、実験に食事の影響がないように実験開始前 1 時間の飲食を控えるように教示した。また、実験開始前に水道水で口腔内を洗浄することを求めた。

2.2 手続き

実験参加者は全員、実験室として用意した実習室に集合した。全ての参加者に、20 分間の座位安静の後、気分評定への回答と唾液採取を求めた。その後、集団の大声と断続的な踏み鳴らし音、ホワイトノイズからなる 90 dB の騒音環境を作った。参加者は、騒音環境下で、壁に向かって両足を抱えて座った姿勢を 20 分間保った。5 分間の騒音の後、その姿勢のままで気分の評定および、唾液採取をおこなった。さらに、騒音刺激 10 分後にそれぞれ気分評定への回答と唾液採取を求め、実験を終了した (Figure.3-3-9)。

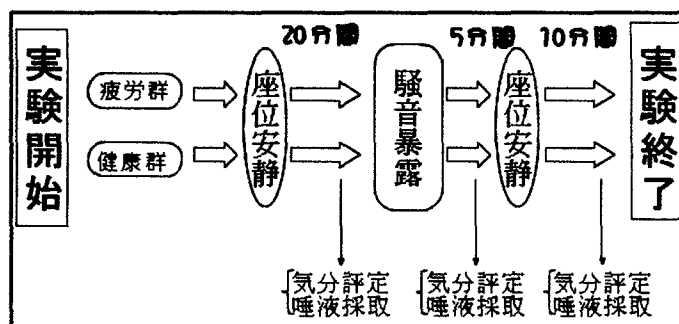


Figure.3-3-9 実験手続き

2.3 測定方法

2.3.4 気分評定

気分評定に関しては、本章の第 2 節に準じて、アフェクトグリッド (Affect-Grid) 法を用いて測定した。

2.3.5 唾液採取方法および、唾液測定法

唾液採取方法、測定項目および、測定方法は、本章の第 2 節の方法に準じた。

2.4 統計的解析方法

それぞれの測定値に関して、CFSI 要因（疲労群・健康群）と区間要因（騒音曝露直前・直後・10分後）の 2×3 の混合分散分析をおこなった。全ての測定値の結果は、平均値±標準偏差で示した。

3. 結果

3.1 唾液緩衝能

唾液緩衝能の両群の平均値は、以下の通りであった。疲労群の騒音曝露直前は pH 4.42 ± 0.28, 直後は pH 4.49 ± 0.42, 騒音曝露終了 10 分後は pH 4.34 ± 0.21 であった。一方、健康群では、直前は pH 4.43 ± 0.25, 直後は pH 4.59 ± 0.33, 10 分後は pH 4.52 ± 0.26 であった。

2 要因の分散分析の結果、区間要因の主効果が有意であった ($F(2,86)=3.18, p<.05$)。LSD 法による多重比較によると、騒音曝露直後は直前および 10 分後よりも有意に唾液緩衝能が高値を示した ($MSe=0.0565, p<.05$) (Figure.3-3-10)。

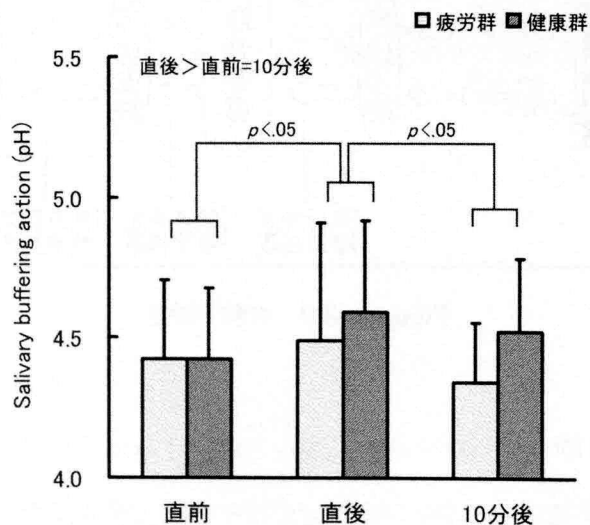


Figure.3-3-10 騒音曝露が唾液緩衝能におよぼす影響

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の疲労群の平均値は、騒音直前は $0.30 \pm 0.23 \mu\text{l/dl}$, 直後は $0.19 \pm 0.13 \mu\text{l/dl}$, 10 分後は $0.19 \pm 0.16 \mu\text{l/dl}$ であった。健康群の平均濃度は、直前は $0.21 \pm$

0.27 $\mu\text{l/dl}$, 直後は $0.21 \pm 0.24 \mu\text{l/dl}$, 10分後は $0.15 \pm 0.20 \mu\text{l/dl}$ であった。

分散分析の結果, 区間要因の主効果が有意であった $\{F(2,82)=3.79, p<.05\}$ 。そこで, LSD法による多重比較をおこなった。その結果, 騒音曝露直前よりも10分後で唾液中コルチゾール濃度が低下することが明らかとなった ($MSe=0.0189, p<.05$) (Figure.3-3-11)。

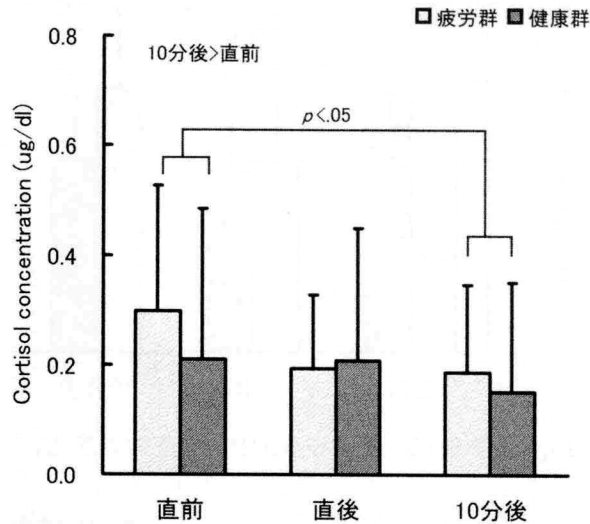


Figure.3-3-11 騒音による唾液中コルチゾール濃度の変化

3.3 唾液中 MHPG 濃度

唾液中 MHPG 濃度の疲労群の平均値は, 騒音曝露直前は $49.32 \pm 14.15 \text{ ng/ml}$, 直後は $36.52 \pm 16.86 \text{ ng/ml}$, 10分後は $49.89 \pm 14.98 \text{ ng/ml}$ であった。健康群の平均濃度は, 直前は $42.92 \pm 6.01 \text{ ng/ml}$, 直後は $34.18 \pm 10.22 \text{ ng/ml}$, 10分後は $36.42 \pm 12.22 \text{ ng/ml}$ であった。

分散分析の結果, 区間要因に主効果が認められた $\{F(2,34)=8.34, p<.01\}$ 。LSD法の多重比較によると, 騒音曝露直後は曝露前および10分後よりも有意に MHPG 濃度が低値であることが明らかとなった ($MSe=70.2994, p<.05$) (Figure.3-3-12)。

3.4 唾液中 HVA 濃度

唾液中 HVA 濃度の疲労群の平均値は, 騒音曝露直前は $9.82 \pm 6.28 \text{ ng/ml}$, 直後は $4.40 \pm 2.76 \text{ ng/ml}$, 10分後は $5.80 \pm 1.77 \text{ ng/ml}$ であった。健康群の平均濃度は, 直前は $5.53 \pm 2.59 \text{ ng/ml}$, 直後は $4.15 \pm 1.78 \text{ ng/ml}$, 10分後は $5.25 \pm 2.44 \text{ ng/ml}$ であった。

分散分析の結果, 区間要因に主効果が認められたので $\{F(2,34)=4.31, p<.05\}$, LSD法

による多重比較を引き続きおこなった。その結果、直前よりも直後、10分後のHVA濃度が有意に低下することが認められた ($MSe=12.9860, p<.05$) (Figure.3-3-13)

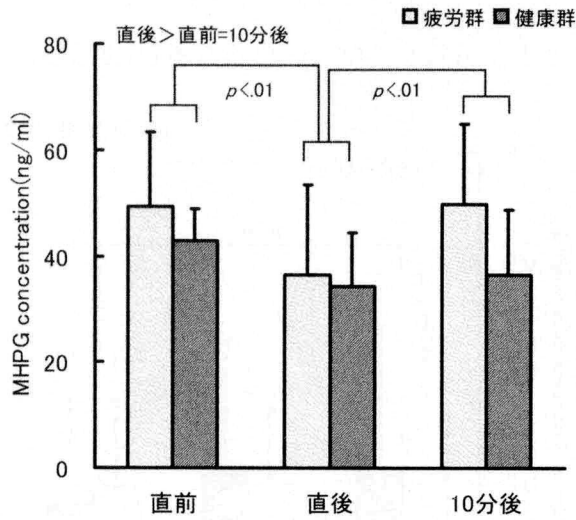


Figure.3-3-12 唾液中 MHPG 濃度の群間比較

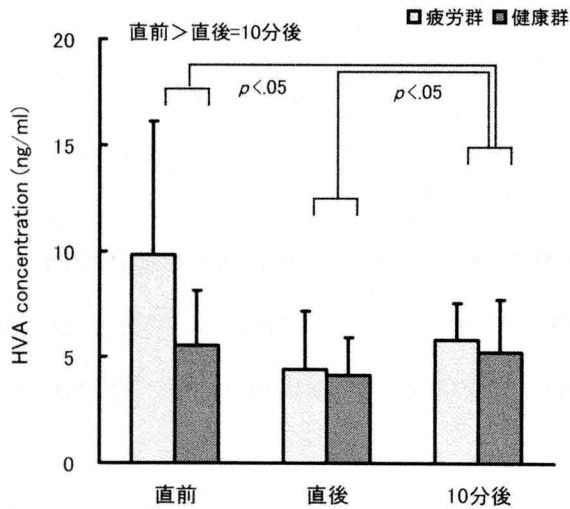


Figure.3-3-13 唾液中 HVA 濃度の群間比較

3.5 気分評定

快適感の平均値は、疲労群の騒音曝露直前は 5.59 ± 1.09 点、直後は 4.76 ± 1.16 点、曝露終了 10 分後は 5.41 ± 1.50 点、健康群の直前は 5.18 ± 1.36 点、直後は 4.93 ± 1.58 点、10 分後 5.43 ± 1.21 点であった。

快適感に関する 2 要因の分散分析の結果、区間要因の主効果が有意であった ($F(2,86) = 3.99, p < .05$)。したがって、LSD 法による多重比較をおこなった。その結果、騒音曝露

直後の快適感は、直前および10分後よりも有意に低下することが明らかとなった ($MSe=1.0943, p<.05$) (Figure.3-3-14)。

覚醒感では、疲労群の平均値は騒音曝露前は 5.47 ± 1.42 点、直後は 5.24 ± 1.39 点、10分後は 4.94 ± 1.59 点であった。健康群の覚醒感の平均値は、直前は 5.43 ± 1.47 点、直後は 5.82 ± 1.44 点、10分後は 5.43 ± 1.76 点であった (Figure.3-3-15)。

覚醒感の分散分析の結果、2 要因の有意な交互作用も効果も認められなかった ($F(2,86) = 1.00, ns$)。

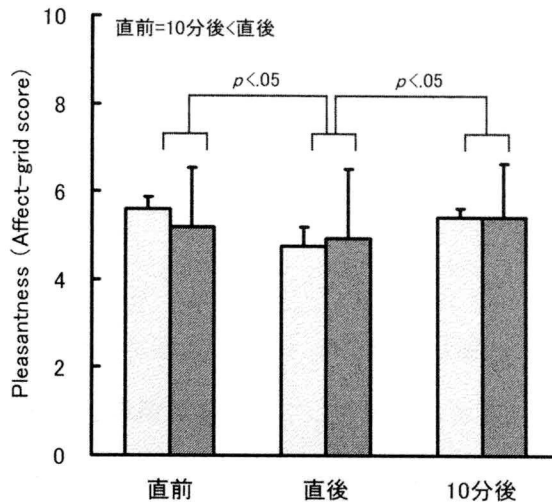


Figure.3-3-14 快適感の両群の変化

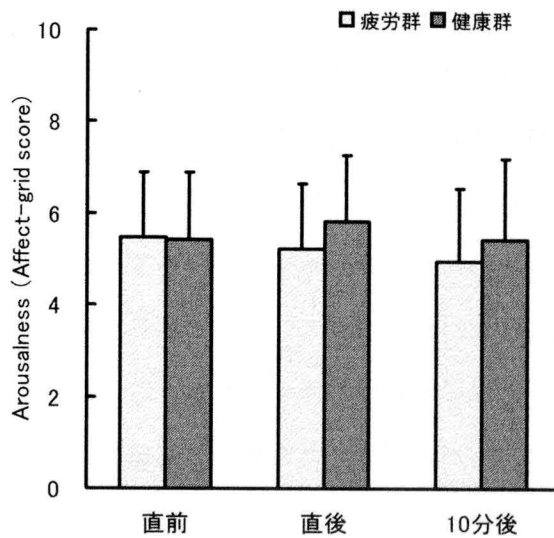


Figure.3-3-15 覚醒感の両群の変化

4. 考察

騒音曝露課題は、5 分間の沈黙と膝を抱えて座ることで体動の減少と呼吸数増加を抑制

した状態で、騒音に曝露される課題であった。この間、無地の壁を見つめることで視覚的な刺激も極力抑えた。したがって、精神的であり、かつ、能動対処的なストレスであったと考えて良いであろう。本実験では、騒音曝露をおこない、慢性ストレスを強く感じている学生と慢性ストレス感があまり強くない学生の反応を比較することで、血漿中 HCO_3^- 濃度が増加するタイプのストレス場面¹⁾の体内平衡および唾液緩衝能と、慢性ストレスとの関係を考えた。

その結果、唾液緩衝能では、両群共に騒音曝露直後において明らかな上昇が認められた。唾液中コルチゾール濃度では、騒音曝露終了 10 分後に騒音前よりも有意な低下を示した。MHPG 濃度においては、曝露直後に明らかに低下をすることが明らかとなった。また、HVA 濃度は、曝露直後と 10 分後は、曝露前よりも有意に低値であることが明らかとなった。気分評定の快適感では、課題直後は課題前、および 10 分後よりも快適感に明らかな低下が認められた。

騒音曝露は、暗算課題と同様に血漿中の HCO_3^- 濃度が上昇すると考えられる。したがって、この HCO_3^- 濃度の上昇が、結果として唾液緩衝能を上昇させたと考えられる。

環境庁は、騒音曝露に関する調査研究の結果、一過性の交感神経活動亢進をもたらすが休憩により速やかに回復をしていることから、“交感神経活動への影響は心拍数を変化させるほどには強くなかった”と結論づけている。したがって、本実験においても、唾液緩衝能は騒音曝露のストレス反応による有意な上昇から、曝露終了後の 10 分間で速やかに回復したと思われる。快適感においても同様の変化が認められた。また、暗算課題では、課題直後から 10 分後に明らかな上昇を認めるのに対して、騒音曝露では課題直後に明らかな上昇を示した。同じ精神的なストレス条件でありながら能動的な対処が求められる暗算課題では、心拍数の増大が報告されていることから、交感神経活動への影響が受動的対処課題の騒音曝露よりも強い可能性が考えられる。このため、暗算課題では、課題直後から 10 分後もまだ緊張状態が続いていたために、上記のような結果となったと考えられる。

唾液中コルチゾール濃度では、騒音曝露直後から 10 分後に明らかな低下を示した。これは、騒音曝露は騒音が止むとすみやかに回復するとした環境庁の報告からもわかるように、ストレス反応からすみやかに回復をした結果であると考えられる。これは、気分評定の快適感が、騒音曝露直後で低下するものの、10 分後には回復している結果からも推察される。

唾液中 MHPG 濃度では、騒音曝露直後に低下を示すが 10 分後には回復している。騒音曝露では、交感神経活動への影響はさほど強くないので、ノルアドレナリンの代謝産物である MHPG が上昇を示さず、むしろ、両足を抱えて座っているという身体活動の制限による影響によって、ノルアドレナリンの分泌が抑制された可能性が考えられる。これは、覚醒感において、騒音前後で変化が認められなかったことから伺える。

第4節 身体的ストレス： 能動的対処課題

1. 問題と目的

本研究では、踏み台昇降運動を身体的ストレスの能動的対処課題として用いている。運動による筋肉活動に伴い乳酸濃度が増加することが知られており、Table.3-1-3の平衡式では、作用方向が【B】の血漿中H⁺濃度が増加するタイプであると考えられた。また、本章の予備実験では、身体的な能動的対処課題では、コルチゾール濃度もクロモグラニンAも運動前後で変化を示さなかった（Table.3-1-2）。

そこで本実験では、踏み台昇降運動をおこない、慢性ストレスを強く感じている学生と慢性ストレス感があまり強くない学生を比較することで、血漿中H⁺濃度が増加するストレスタイプの体内平衡および唾液緩衝能と、慢性ストレスとの関係を考えた。

2. 方法

2.1 実験参加者

実験参加者母集団学生の平均点を基準にして、実験参加の依頼をした結果、健康な大学生29名（女性13名、男子16名。平均年齢 21.2 ± 2.4 歳）が本実験に参加した。

実験参加者は、疲労群17名（女性8名、男性9名。平均年齢 21.6 ± 2.9 歳（CFSI 303.1～638.5点））、健康群12名（女性5名、男性7名。平均年齢 20.8 ± 1.6 歳（CFSI 23.4～244.1点））の2群に分けられた。全ての実験参加者に、本実験の意義と参加・不参加によって不利益が生じないこと、および本実験では唾液採取をおこなうこと、採取唾液からコルチゾール濃度、MHPGおよびHVA濃度と唾液緩衝能を測定すること、得られたデータは全て個人が特定できない状態にして研究目的以外には使用しないことなどを十分に説明をし、実験参加に承諾を得た。

参加者には、あらかじめ実験の日時を知らせ、実験に食事の影響がないように実験開始前1時間の飲食を控えるように教示した。また、実験開始前に、水道水で口腔内を洗浄することを求めた。

2.2 手続き

実験参加者は全員、実験室として用意した講義室に集合した。20分間の座位安静の後、全員に気分評定への回答と唾液採取を求めた。その後、ハーバード・ステップテスト修正版に準じ、3分間の踏み台昇降運動をおこなった。すなわち、踏み台の高さを35 cmとし、2秒間に一回の割合で踏み台を昇り降りした。これは、歩調30回/分に相当した。踏み台昇降において歩調一回とは、4動作（右昇、左昇、右降、左降）を意味している。踏み台運動課題の直後と課題終了10分後に再び、それぞれ気分評定への回答と唾液採取を全員に求め、実験を終了した（Figure.3-4-16）。

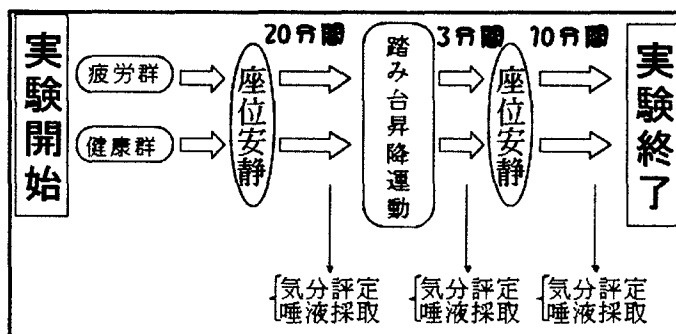


Figure.3-4-16 実験手続き

2.3 測定方法

2.3.1 気分評定

気分評定に関しては、本章の第2節に準じて、アフェクトグリッド(Affect-Grid)法を用いて測定した。

2.3.2 唾液採取方法および、唾液測定法

唾液採取方法、測定項目および、測定方法は、本章の第2節の方法に準じた。

2.4 統計的解析方法

それぞれの測定値に関して、CFSI 要因（疲労群・健康群）と課題要因（直前・直後・10分後）の 2×3 の混合分散分析をおこなった。全ての測定値の結果は、平均値±標準偏差で示した。

尚、唾液量が測定可能量に満たなかった1検体（健康群）を分析から除外した。

3. 結果

3.1 唾液緩衝能

唾液緩衝能の両群の平均値は、以下の通りであった。疲労群の課題直前は pH 5.13 ± 0.61, 直後は pH 4.75 ± 0.39, 課題終了 10 分後では pH 4.39 ± 0.65 であった。一方, 健康群では課題前は pH 4.77 ± 0.67, 直後は pH 4.81 ± 0.79, 10 分後は pH 4.68 ± 0.58 であった。分散分析の結果, CFSI 要因と課題要因に交互作用が認められた { $F(2,52)=3.79, p<.05$ }。そこで, 課題の単純主効果の検定をおこなったところ, 疲労群では課題で有意であった { $F(2,52)=9.63, p<.01$ }。したがって引き続き, LSD 法による多重比較をおこなった。その結果, 疲労群の唾液緩衝能は, 課題直後および 10 分後は, 課題前よりも有意に低下することが認められた。さらに, 課題直後よりも 10 分後の方が唾液緩衝能が有意に低下することが明らかとなった ($MSe=0.1905, p<.05$)。また, 課題要因に主効果が認められた { $F(2,52)=6.13, p<.05$ }。(Figure.3-4-17)。

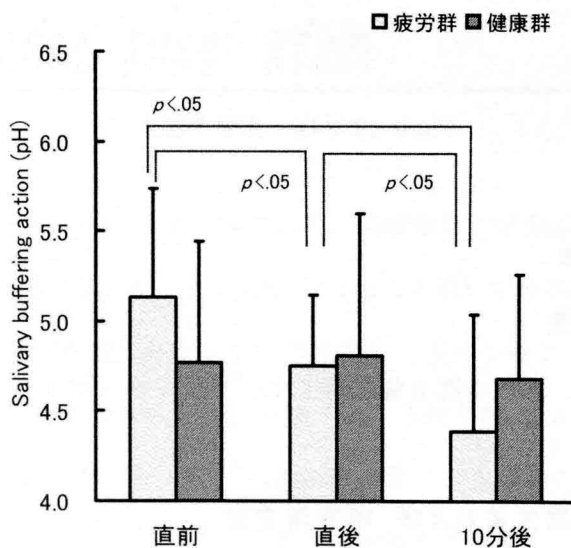


Figure.3-4-17 踏み台昇降運動による唾液緩衝能の変化

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の疲労群の平均値は, 課題直前は $0.21 \pm 0.15 \mu\text{l/dl}$, 直後は $0.16 \pm 0.13 \mu\text{l/dl}$, 10 分後は $0.12 \pm 0.11 \mu\text{l/dl}$ であった。健康群の平均濃度は, 課題直前は $0.14 \pm 0.07 \mu\text{l/dl}$, 直後は $0.14 \pm 0.09 \mu\text{l/dl}$, 10 分後は $0.13 \pm 0.08 \mu\text{l/dl}$ であった。

分散分析の結果, CFSI 要因と課題要因に交互作用が認められた { $F(2,52)=3.83, p<.05$ }。そこで, 課題の単純主効果の検定をおこなったところ, 疲労群では課題で有意であった { F

(2,52)=12.53, $p<.01$ }. 引き続きおこなった LSD 法による多重比較の結果, 疲労群では課題終了 10 分後のコルチゾール濃度が, 直前および直後よりも有意な低下が認められた ($MSe=0.0016$, $p<.05$). また, 課題要因に主効果が認められた ($F(2,52)=9.47$, $p<.01$) (Figure.3-4-18)。すなわち, 疲労群の方が, 健康群よりも有意に高いコルチゾール濃度を示した。

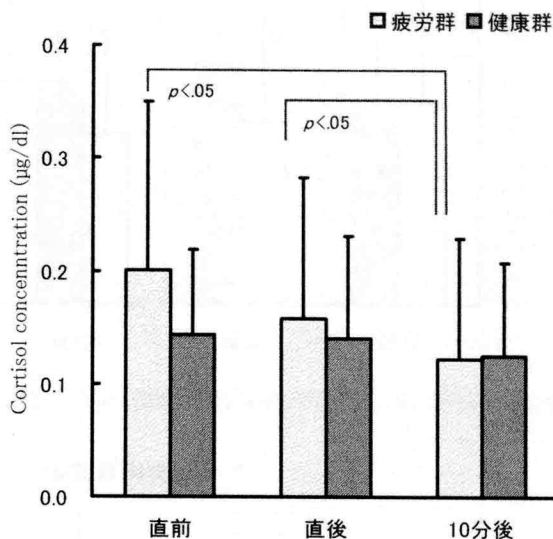


Figure.3-4-18 唾液中コルチゾール濃度の変化

3.3 唾液中 MHPG 濃度

唾液中 MHPG 濃度の疲労群の平均値は, 課題直前は 22.12 ± 13.45 ng/ml, 直後は 19.90 ± 11.76 ng/ml, 10 分後は 18.60 ± 11.46 ng/ml であった。健康群の平均濃度は, 課題直前は 22.55 ± 7.23 ng/ml, 直後は 26.97 ± 12.77 ng/ml, 10 分後は 24.27 ± 5.27 ng/ml であった。

分散分析の結果, 交互作用, 主効果共に有意は認められなかった ($F(2,34)=1.07$, ns) (Figure.3-4-19)。

3.4 唾液中 HVA 濃度

唾液中 HVA 濃度の疲労群の平均値は, 課題直前は 22.19 ± 16.21 ng/ml, 直後は 19.80 ± 14.70 ng/ml, 10 分後は 25.14 ± 23.43 ng/ml であった。健康群の平均濃度は, 課題直前は 18.96 ± 21.12 ng/ml, 直後は 8.91 ± 9.39 ng/ml, 10 分後は 15.82 ± 12.57 ng/ml であった。

分散分析の結果、交互作用、主効果共に有意は認められなかった { $F(2,34)=0.32, ns$ } (Figure.3-4-20)。

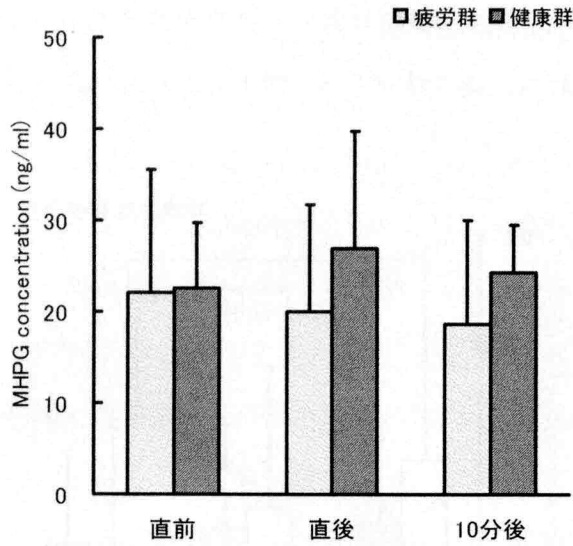


Figure.3-4-19 唾液中 MHPG 濃度の群間比較

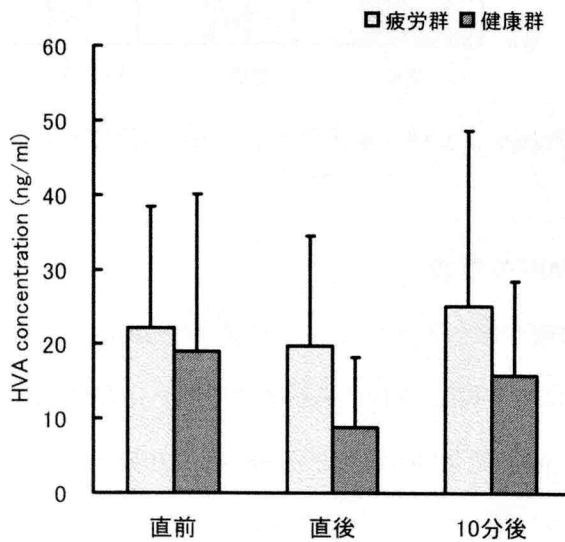


Figure.3-4-20 唾液中 HVA 濃度の両群の平均

3.5 気分評定

快適感の平均値は、疲労群の課題直前は 4.47 ± 1.29 点、直後は 4.53 ± 1.54 点、10分後は 5.47 ± 1.19 点、健康群の課題直前は 5.00 ± 1.35 点、直後は 4.92 ± 1.85 点、10分後 5.50 ± 1.19 点であった。

快適感に関する2要因の分散分析の結果、課題要因の主効果が有意であった { $F(2,54)=3.83, p<.05$ }。そこで引き続き、LSD法による多重比較をおこなった。その結果、踏み

台昇降運動課題終了 10 分後の快適感は、課題直前および直後よりも増加することが明らかとなった ($MSe=1.3995, p<.05$) (Figure.3-4-21)。

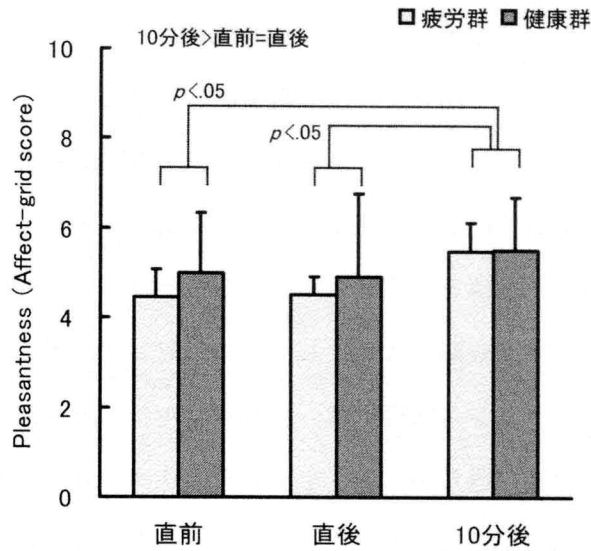


Figure.3-4-21 快適感におよぼす踏み台昇降運動の影響

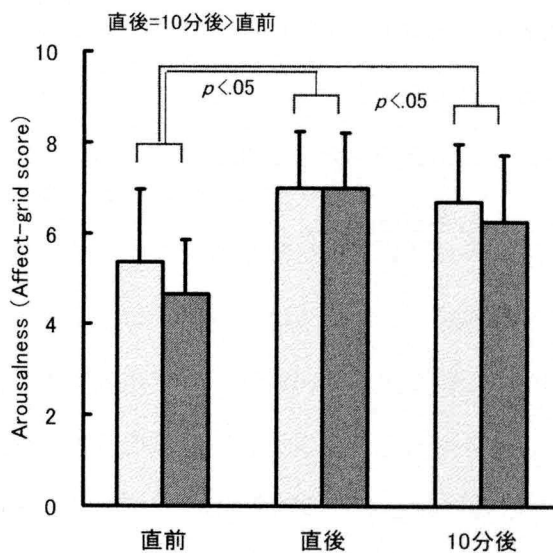


Figure.3-4-22 覚醒感におよぼす踏み台昇降運動の影響

覚醒感では、疲労群の平均値は課題直前は 5.35 ± 1.61 点、直後は 7.00 ± 1.24 点、10分後は 6.71 ± 1.27 点であった。健康群の覚醒感の平均値は、直前は 4.67 ± 1.18 点、直後は 7.00 ± 1.22 点、10分後は 6.25 ± 1.48 点であった。

覚醒感の分散分析の結果、課題要因に主効果が認められたので ($F(2,54)=3.83, p<.05$)、引き続き、LSD 法による多重比較をおこなった。その結果、課題直前よりも、直後および 10 分後の覚醒感が有意に上昇することが明らかとなった ($MSe=1.3897, p<.05$) (Figure.3-4-22)。

4. 考察

本実験では、踏み台昇降運動をおこない、慢性ストレスを強く感じている学生と慢性ストレス感があまり強くない学生のストレス反応を比較することで、血漿中 H^+ 濃度が増加タイプのストレスターの体内平衡および唾液緩衝能と、慢性ストレスとの関係を考えて。

その結果、唾液緩衝能では、慢性ストレス状態の参加者は踏み台昇降運動前よりも直後に、さらに課題終了 10 分後に有意に低下することが明らかとなった。また、慢性ストレス状態では、唾液緩衝能が高値を示すも明らかとなった。すなわち、通常は踏み台昇降運動では、正常状態よりも唾液緩衝能は変化しないのに対して、慢性ストレス状態では明らかな低下を示した。慢性ストレス状態では、唾液中コルチゾール濃度は、踏み台昇降運動直前と直後よりも 10 分後に明らかな低下を示した。また、有意に唾液中コルチゾール濃度が高値であることも明らかとなった。快適感では、踏み台昇降運動直前および直後よりも、10 分後で有意な上昇が認められた。覚醒感においては、課題直後と 10 分後に明らかな上昇が認められた。これらの結果は、第 1 章および、本章の予備実験における踏み台昇降運動の結果を支持するものであった。また、唾液中コルチゾール濃度の結果は、軽度な運動によるストレス軽減効果が認められたためと考えられる。これは、気分評定における運動後の快適感の上昇からも考察される。

第5節 身体的ストレス： 受動的対処課題

1. 問題と目的

身体的ストレスの受動的対処課題として、本研究で施行したかけ声課題は、呼吸の増大を図った課題であるので、Table.3-15-3の平衡式では【C】の血漿中 CO₂ 濃度が減少するタイプである。また、本章の予備実験では、唾液緩衝能とクロモグラニン A は増加を示したが、コルチゾール濃度では課題前後の変化は認められなかった (Table.3-1-2)。

そこで本節では、かけ声課題をおこない、慢性ストレスを強く感じている学生と慢性ストレス感があまり強くない学生を比較することで、血漿中 CO₂ 濃度が減少するタイプのストレス場面での体内平衡および唾液緩衝能と、慢性ストレスとの関係を考えて。

1.1 課題について

身体的なストレスの受動的対処課題を考えると、寒冷昇降試験や歯科処置場面などがあげられる。しかし、これらは直接的な末梢神経刺激と苦痛や恐怖などの精神的なストレス反応を伴うことが多いと考えられる。したがって、本研究における課題としては、ふさわしくないと判断された。そこで本研究では、身体的な活動は制限したまま、メトロノーム音に合わせて発声をし続ける課題をおこなった。発声は、呼吸数の増大などの身体的負荷でありながら、恐怖や痛みなどの精神的な苦痛要素をある程度取り除けると考えたからである。また、身体活動を伴わないことにより、呼吸交換比は低下することが期待され、血中酸素濃度の上昇、すなわち CO₂ 濃度の低下を伴う課題であると考えられた。

2. 方法

2.1 実験参加者

実験参加者母集団学生の平均点を基準にして、実験参加の依頼をした結果、健康な大学生 26 名 (女性 20 名, 男子 6 名。平均年齢 21.2 ± 0.6 歳) が本実験に参加した。

実験参加者は、疲労群 14 名 {女性 9 名, 男性 5 名。平均年齢 21.4 ± 0.7 歳 (CFSI 306.6 ~ 633.1 点)}, 健康群 12 名 {女性 11 名, 男性 1 名。平均年齢 21.1 ± 0.3 歳 (CFSI 78.3 ~ 261.4 点)} の 2 群に分けられた。

全ての実験参加者に、本実験の意義と参加・不参加によって不利益が生じないこと、および本実験では唾液採取をおこなうこと、採取唾液からコルチゾール濃度、MHPG、および HVA 濃度と唾液緩衝能を測定すること、得られたデータは全て個人が特定できない状態にして研究目的以外には使用しないことなどを十分に説明し、実験参加に承諾を得た。

参加者には、あらかじめ実験の日時を知らせ、実験に食事の影響がないように実験開始前 1 時間の飲食を控えるように教示した。また、実験開始前に水道水で口腔内を洗浄することを求めた。

2.2 手続き

実験参加者は全員、実験室として用意した講義室に集合した。20 分間の座位安静の後、全員に気分評定への回答と唾液採取を求めた。その後、60 分の 1 のリズムで「1, 2, 1, 2」のかけ声を 3 分間続ける課題をおこなった。このとき参加者は全員、起立姿勢であった。かけ声課題の直後と課題終了 10 分後に再び、それぞれ気分評定への回答と唾液採取を全員に求め、実験を終了した (Figure.3-5-23)。

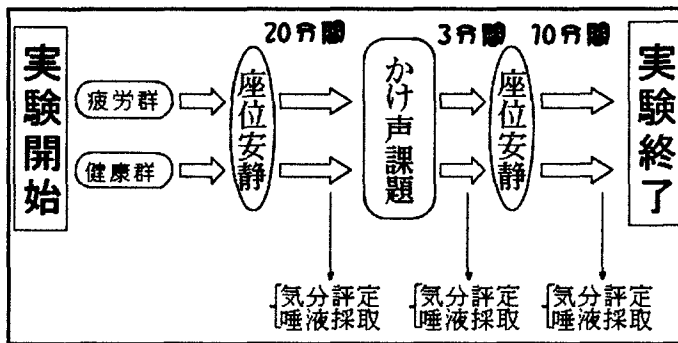


Figure.3-5-23 実験手続き

2.3 測定方法

2.3.1 気分評定

気分評定に関しては、本章の第 2 節に準じて、アフェクトグリッド (Affect-Grid) 法を用いて測定した。

2.3.2 唾液採取方法および、唾液測定法

唾液採取方法、測定項目および、測定方法は、本章の第 2 項の方法に準じた。

2.4 統計的解析方法

それぞれの測定値に関して、CFSI 要因（疲労群・健康群）と課題要因（直前・直後・10分後）の 2×3 の混合分散分析をおこなった。全ての測定値の結果は、平均値±標準偏差で示した。

3. 結果

3.1 唾液緩衝能

唾液緩衝能の両群の平均値は、以下の通りであった。疲労群のかけ声課題直前は pH 4.98 ± 0.57, 課題直後は pH 5.15 ± 0.54, 課題終了 10 分後では pH 4.85 ± 0.84 であった。一方、健康群では課題直前は pH 4.72 ± 0.66, 直後は pH 4.97 ± 0.76, 10 分後は pH 4.69 ± 0.61 であった。CFSI 要因と課題要因の分散分析の結果、課題要因に主効果が認められた { $F(2,48)=3.44, p<.05$ }。そこで引き続き、LSD 法による多重比較をおこなった。その結果、10 分後の唾液緩衝能が、直後よりも有意に低下を示した ($MSe=0.1602, p<.05$) (Figure.3-5-24)。

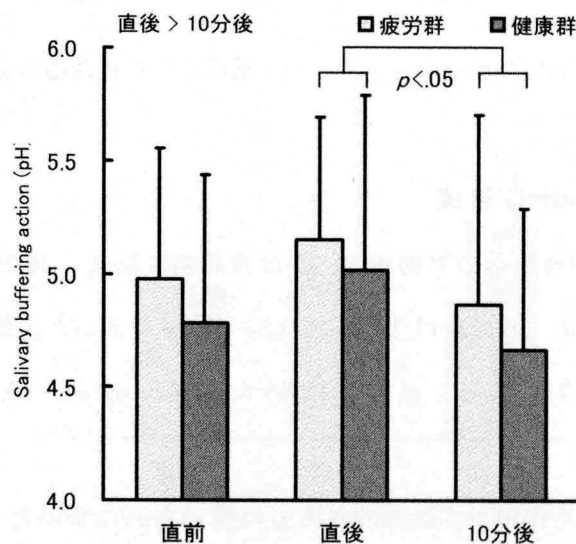


Figure.3-5-24 かけ声課題が唾液緩衝能におよぼす影響

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の疲労群の平均値は、課題直前は $0.48 \pm 0.46 \mu\text{l/dl}$, 直後は $0.27 \pm 0.22 \mu\text{l/dl}$, 10 分後は $0.23 \pm 0.18 \mu\text{l/dl}$ であった。健康群の平均濃度は、課題直前は 0.12

± 0.07 μl/dl, 直後は 0.10 ± 0.08 μl/dl, 10 分後は 0.11 ± 0.08 μl/dl であった。

分散分析の結果, CFSI 要因と課題要因に交互作用が認められた { $F(2,48)=4.09, p<.05$ }。そこで, 課題の単純主効果の検定をおこなったところ, 疲労群では課題が有意であった { $F(2,48)=9.79, p<.01$ }。LSD 法による多重比較の結果, 疲労群では課題前に比較して, 10 分後および直後のコルチゾール濃度の有意な低下が認められた ($MSe=0.0248, p<.05$) (Figure.3-5-25)。また, CFSI 要因の有意な効果 { $F(1,25)=4.68, p<.05$ } と課題要因にも有意な効果 { $F(2,50)=3.30, p<.05$ } が認められた。

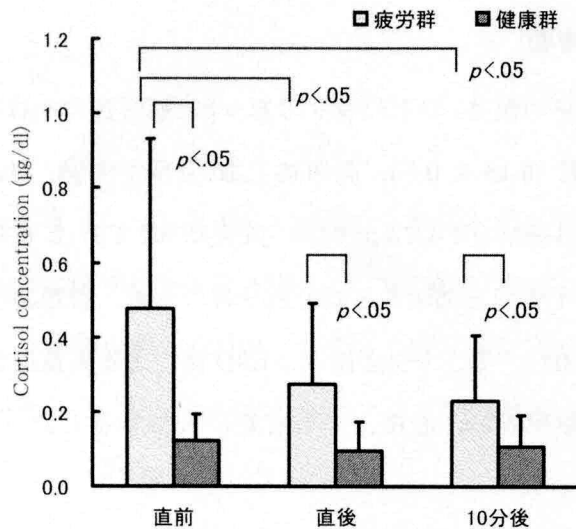


Figure.3-5-25 唾液中コルチゾール濃度のかげ声課題による変化

3.3 唾液中 MHPG 濃度

唾液中 MHPG 濃度の疲労群の平均値は, かけ声課題直前は 20.27 ± 20.84 ng/ml, 直後は 14.29 ± 9.89 ng/ml, 10 分後は 14.29 ± 9.88 ng/ml であった。健康群の平均濃度は, 課題直前は 13.29 ± 12.73 ng/ml, 直後は 12.85 ± 11.77 ng/ml, 10 分後は 13.84 ± 12.27 ng/ml であった。

分散分析の結果, 交互作用, 主効果共に有意は認められなかった { $F(2,44)=1.09, ns$ } (Figure.3-5-26)。

3.4 唾液中 HVA 濃度

唾液中 HVA 濃度の疲労群の平均値は, 課題直前は 38.16 ± 25.96 ng/ml, 直後は 39.16 ± 25.96 ng/ml, 10 分後は 39.06 ± 23.08 ng/ml であった。健康群の平均濃度は, 課題直前

は 38.77 ± 30.62 ng/ml, 直後は 46.01 ± 46.57 ng/ml, 10分後は 53.09 ± 43.29 ng/ml であった。

分散分析の結果, 交互作用, 主効果共に有意は認められなかった { $F(2,44)=1.15, ns$ } (Figure.3-5-27)。

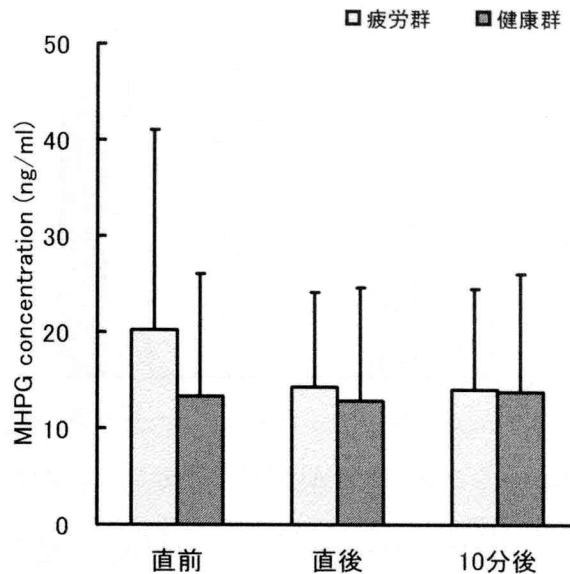


Figure.3-5-26 唾液中 MHPG 濃度の群間比較

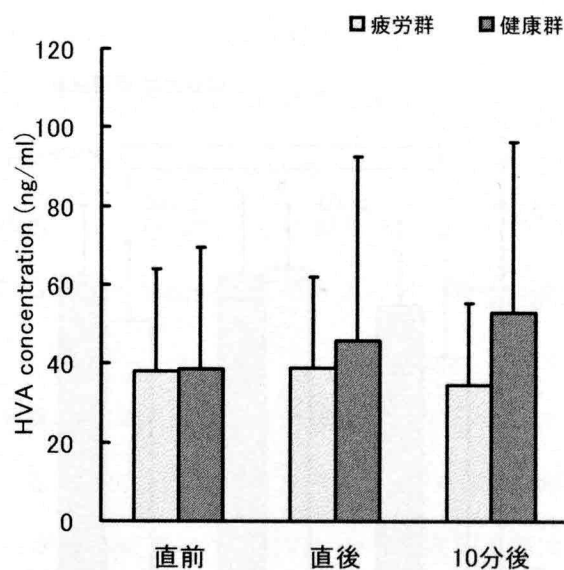


Figure.3-5-27 唾液中 HVA 濃度の両群の平均

3.5 気分評定

快適感の平均値は, 疲労群の課題前は 5.14 ± 1.46 点, 直後は 5.93 ± 1.28 点, 10分後は 5.83 ± 1.28 点, 健康群の課題前は 5.42 ± 1.55 点, 直後は 5.75 ± 1.23 点, 10分後 5.92 ± 1.04 点であった。

快適感に関する2要因の分散分析の結果、2要因の交互作用も有意な効果は認められなかった { $F(2,48)=0.30, ns$ } (Figure.3-5-28)。

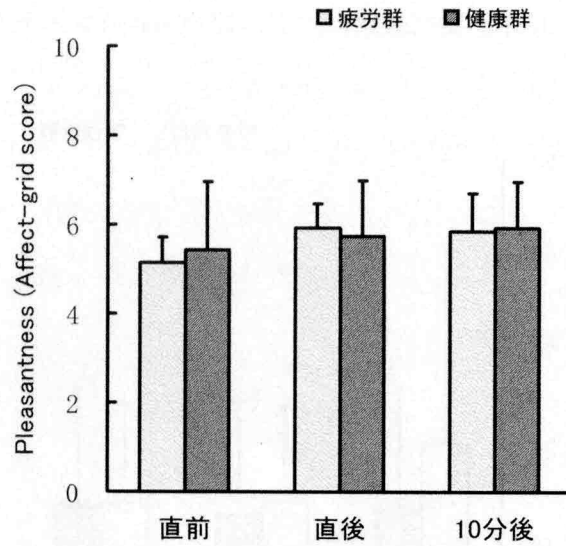


Figure.3-5-28 快適感のかけ声課題による変化

覚醒感では、疲労群の平均値は、課題直前は 4.71 ± 1.67 点、直後は 6.64 ± 1.39 点、10分後は 5.50 ± 1.68 点であった。健康群の覚醒感の平均値は、課題直前 5.83 ± 1.82 点、直後は 6.50 ± 1.85 点、10分後は 6.50 ± 1.50 点であった。

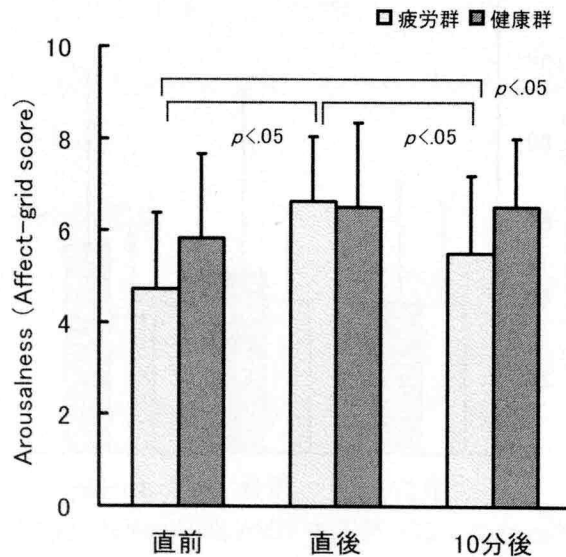


Figure.3-5-29 覚醒感のかけ声課題による変化

覚醒感の分散分析の結果、CFSI 要因と課題要因の交互作用が有意 { $F(2,48)=3.31, p<.05$ } であった。したがって引き続き、CFSI の単純主効果検定をおこなった。その結果、疲労群で課題が有意であった { $F(2,48)=12.84, p<.01$ }。LSD 法により多重比較をおこなった結果、疲労群において課題直後の覚醒感は、直前および 10 分後に比較して有意な上昇が認められた。加えて、10分後は直前よりも覚醒感が有意に高値を示した ($MSe=0.9467, p<$

.05)。また、課題要因に主効果が認められた{ $F(2,48)=11.55, p<.01$ } (Figure.3-5-29)。

4. 考察

本実験では、かけ声課題をおこない、慢性ストレスを強く感じている学生と慢性ストレス感があまり強くない学生のストレス反応を比較することで、血漿中 CO₂ 濃度が減少するタイプのストレッサー場面の体内平衡および唾液緩衝能と、慢性ストレスとの関係を検討した。

その結果、唾液緩衝能では、両群共に課題 10 分後に明らかな低下が認められた。唾液中コルチゾール濃度では、疲労群は課題直後と 10 分後に明らかな低下が認められた。また、疲労群の方が健康群よりも有意に高値を示すことが明らかとなった。覚醒感においては、疲労群は課題直後に、直前および 10 分後に比較して有意に高値を示した。また、疲労群においては、課題 10 分後の覚醒感の方が直前よりも明らかな上昇が認められた。加えて、疲労群の覚醒感健康群よりも低値を示した。

唾液緩衝能の結果は、本章の予備実験の結果を支持したものであった。すなわち、かけ声課題によってもたらされた血漿中 CO₂ 濃度の減少は、重炭酸緩衝系の作用によって緩衝され、HCO₃⁻濃度は低下したと考えられる。一方、かけ声課題では過呼吸までは至らないので、換気を止めるなど、呼吸による代謝をおこない口腔内では CO₂ 排出量の低下がおこったと考えられる。この能動的な調節によって、唾液緩衝能は結果的に上昇したと思われる。

唾液中コルチゾール濃度では、疲労群は高値を示していた。これは、疲労群が、慢性的にストレスを感じていることが原因であると考えられる。また、疲労群において課題直後、10 分後にコルチゾール濃度が低下したことは、かけ声課題が筋肉活動を伴わないまでも、身体的なストレッサーであったことが起因すると思われる。このときの快適感、課題直後と 10 分後に上昇する傾向 { $F(2,48)=269, p<.10$ } にあり、運動後の爽快感に似た気分がある程度感じていた可能性は否定できない。また、覚醒感、疲労群は健康群に比して低下していたが、疲労群は課題直後と 10 分後では明らかな上昇を示している。この覚醒感の上昇は、身体活動の効果とも考えられる。

第6節 本章の総合考察

1. 唾液緩衝能と慢性ストレスの型

1.1 本研究における唾液緩衝能の結果

本研究で用いた課題である暗算課題と騒音曝露課題は血漿中 HCO_3^- 濃度が上昇するタイプ（代謝性アシドーシス型）のストレッサー課題であり、踏み台昇降運動は血漿中 H^+ 濃度が上昇するタイプ（代謝性アシドーシス型）のストレッサーであった。また、かけ声課題は血漿中 CO_2 濃度が低下するタイプ（呼吸性アルカローシス型）のストレッサー課題であった。これらのストレッサー課題による本研究における唾液緩衝能の結果を Table.3-6-31 に示した。

本研究では、暗算課題においては、慢性ストレス感の訴えが平均得点よりも高くない「健康群」は唾液緩衝能は上昇を示し、慢性ストレス感の強い「疲労群」も上昇を示した。騒音曝露課題においては、健康群も疲労群も唾液緩衝能は上昇を示した。また、踏み台昇降運動課題をおこなった結果、健康群では唾液緩衝能に課題前後に変化がなく、疲労群では低下を示した。かけ声課題においては、唾液緩衝能は健康群では上昇し、疲労群では上昇した。

Table.3-6-31 本実験（第3章）における課題ごとの唾液緩衝能の変化

課題	暗算&騒音曝露課題		踏み台昇降運動課題	かけ声課題
ストレッサータイプ	HCO_3^- 増加タイプ (代謝型アシドーシス型)		H^+ 増加タイプ (代謝性アシドーシス型)	CO_2 減少タイプ (呼吸性アルカローシス型)
健康群	↑	↑	→	↑
疲労群	↑	↑	↓	↑

1.2 ストレッサーのタイプごとの唾液緩衝能

重炭酸緩衝系に影響を与えるストレッサーのタイプには、大別して5つの型が考えられることは、既に述べてきた。すなわち、血漿中の H^+ 濃度が上昇するタイプ（代謝性アシドーシス型）、 HCO_3^- 濃度が低下するタイプ（代謝性アシドーシス型）、 CO_2 濃度が上昇するタイプ（呼吸性アシドーシス型）、 H^+ 濃度が低下するタイプ（代謝性アルカローシス型）、および CO_2 濃度が低下するタイプ（呼吸性アルカローシス型）のストレッサーであ

る。これらのストレッサータイプにおける慢性ストレス状態ごとの緩衝作用は、本章の第1節で述べた。これらの緩衝作用と予備実験の結果から予想される唾液緩衝能の変化を一覧にして下表に示した (Table.3-6-32)。

ここで予想される唾液緩衝能の動きは、ストレッサーによって引き起こされる変化を緩衝した後の、代償作用が肺による場合は緩衝・代謝の結果を反映している。しかしながら、代償が腎による場合は、その作用は数時間から数日かけておこなわれるので、ストレッサーによって引き起こされる変化を緩衝した状態を反映していると考えられる。また、Table.3-6-32 では、CO₂ 減少型のストレッサータイプは、過呼吸までは起こさない、比較的ゆるやかな課題を想定した。すなわち、唾液緩衝能は口腔内の CO₂ 濃度が関係するので、課題直後に呼吸調整による能動的な緩衝がおこなわれる可能性が考えられるので、その場合の CO₂ と HCO₃⁻ の変化の方向を括弧 () を用いて表現した。そのために、これらの比である唾液緩衝能の変化の方向も緩やかに表現されている。

Table.3-6-32 ストレス状態の型ごとのストレッサータイプの違いによる唾液緩衝能の動き

ストレッサータイプ	HCO ₃ ⁻ 増加型		H ⁺ 増加型		CO ₂ 増加型		H ⁺ 減少型		CO ₂ 減少型	
	代謝性アシドーシス型 変化の方向	緩衝能	代謝性アシドーシス型 変化の方向	緩衝能	呼吸性アシドーシス型 変化の方向	緩衝能	代謝性アルカローシス型 変化の方向	緩衝能	呼吸性アルカローシス型 変化の方向	緩衝能
正常	HCO ₃ ⁻ ↑↑↑	↑	↓↓↓↓↓	→	↑↑↑	→	↑↑↑↑↑	→	↓↓↓	↗
	CO ₂ ↓		↓↓↓↓↓		↑↑↑		↑↑↑↑↑		↓↓↓(↓)	
肺機能低下型	HCO ₃ ⁻ ↑↑	→	↓↓↓↓↓	↓	↑↑↑	↓	↑↑↑↑↑	↑	↓↓↓	↓
	CO ₂ ↑↑		↑↑↑↑↑		↑↑↑↑↑		↑↑↑↑↑		(-)↓	
腎機能低下型	HCO ₃ ⁻ ↑↑	↑	↓↓↓↓↓	→	↑↑↑	→	↑↑↑↑↑	↑	↓↓↓	↘
	CO ₂ ↓		→		↑↑↑		↑		↓↓↓(↓)	
肺機能亢進型	HCO ₃ ⁻ ↑	↑	↓↓↓↓↓	↓	↑↑↑	↑	↑↑↑↑↑	→	↓↓↓	↑
	CO ₂ ↓↓↓		↑↑↑↑↑		↑↑		↓↓		↓↓↓↓↓(↓)	
腎機能亢進型	HCO ₃ ⁻ ↑↑	↑	↓↓↓↓↓	↓	↑↑↑	→	↑↑↑↑↑	↑	↓↓↓	↘
	CO ₂ ↓		↓		↑↑↑		↑		↓↓↓(↓)	

本研究では、Table.3-6-32 のうち、HCO₃⁻増加タイプのストレッサーは暗算課題と騒音課題であり、H⁺増加タイプのストレッサーは踏み台昇降運動課題であった。また、呼吸性アルカローシスである CO₂ 減少タイプのストレッサーはかけ声課題である。表中に、本研究の結果と一致する唾液緩衝能の動きに○印を示した。

1.3 本研究の疲労群のストレス状態

ストレッサーごとの本研究の結果 (Table.3-6-30) とストレッサー・タイプごとに予想される唾液緩衝能 (Table.3-6-32) とを照らし合わせた。その結果、本研究の疲労群は、 HCO_3^- 濃度増加型のストレッサーからは、腎機能低下型のストレス状態か肺機能亢進型のストレス状態、あるいは腎機能亢進型のストレス状態であると考えられる。 H^+ 濃度増加タイプのストレッサーからは、肺機能亢進型のストレス状態、あるいは腎機能亢進型のストレス状態であると考えられる。また、 CO_2 濃度減少タイプのストレッサーからは、腎機能低下型のストレス状態であると考えられる。

本研究の実験参加者は、参加者母集団から抽出された。このことを考慮して、3つのストレッサー・タイプに一致する唾液緩衝能の動きから、本研究の「疲労群」のストレス状態の型は、肺機能亢進型のストレス状態のストレス状態である可能性が考えられる。

1.4 ストレス学説とストレス状態

序章で述べた通り、Selyeのストレス学説は、3期に区分される。すなわち、警告反応期 (alarm reaction phase)、抵抗 (反応) 期 (resistance reaction phase)、および^{ひはい}疲憊期 (exhaustion phase) である (Figure.3-6-30)。また、警告反応期は、ショック相と反ショック相に分けて考えられている。

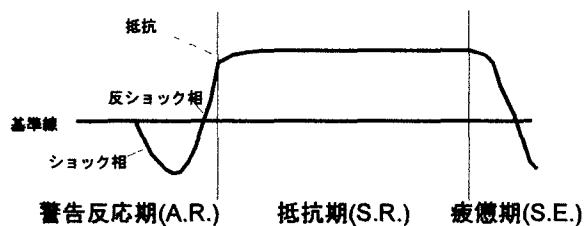


Figure.3-6-30 ストレス応答の三相期過程 (現代社会とストレス, 1988 より引用)

本研究における、慢性ストレス感を強く訴えていた「疲労群」は、ストレス状態別の緩衝作用の予想結果から、肺機能亢進型のストレス状態であると考えられた。ストレス学説を参照して考えあわせると、警告反応期の反ショック相から抵抗期であったと考えられる。

ショック相は、刺激に対する適応がまだ発現しないので、生体機能が低下するのに対して、反ショック相では、生体防衛反応が高度に現れてくる。すなわち、生体反応としては、

副腎肥大，胸腺リンパ組織の萎縮，血圧，体温，血糖値などの上昇，神経活動の上昇，筋緊張の増加などの亢進状態が見られる。

本研究の実験参加者は，学生であり，ほとんどの参加者が日常生活を健常に過ごしている。そのため，本研究における慢性ストレス感の強い疲労群は，未だ病態状態には陥っていないと考えられるので，警告反応期の反ショック相に位置している可能性が高いと思われる。そのために，機能亢進型のストレス状態であったと考えられる。

第4章 無自覚ストレスと唾液緩衝

第1節 はじめに

1. スレッサーとストレス反応

1.1 スレッサー・タイプごとの反応

前章までの研究によって、本研究における慢性ストレス感の強い「疲労群」は、未だ病態状態には陥っていないと考えられる。したがって、本研究の「疲労群」は、警告反応期の反ショック相に位置している可能性が高いと思われ、肺の機能亢進型のストレス状態であったと考えられた。

そこで、本研究でこれまでに得られた結果より、正常な状態と肺機能亢進型のストレス状態とのスレッサー・タイプごとのストレス反応を Table.4-1-1 に示した。

Table.4-1-1 ストレス測定ごとの課題後の変化方向

スレッサー・タイプ 条件	課題	結果 ストレス状態	唾液緩衝能		交感神経系ストレス反応		気分評定	
			HCO ₃ ⁻ CO ₂	唾液緩衝能	HPA系 ストレス反応	アドレナリン系 ドーパミン系	快適感	覚醒感
精神的	暗算課題	正常	↑↑ ↓	↑	↓	→	↓	↓
	肺機能亢進型 ストレス状態		↑ ↓↓↓	↑	↓	→	↓	↓
	騒音曝露課題	正常	↑↑ ↓	↑	↓	↓	↓	→
	肺機能亢進型 ストレス状態		↑ ↓↓↓	↑	↓	↓	↓	→
身体的	踏み台昇降運動	正常	↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓	→	→	→	→	↑ ↑
	肺機能亢進型 ストレス状態		↓ ↓↓↓↓↓	↓	↓	→	→	↑ ↑
	かけ声課題	正常	↓ ↓↓	↑	→	→	→	→
	肺機能亢進型 ストレス状態		↓ ↓↓↓	↑	↓	→	→	→ ↑

精神的スレッサー条件では、唾液緩衝能は上昇し、交感神経系、ドーパミン系反応は低下していた。また、快適感も下がった。しかしながら、精神的スレッサー条件の暗算課題では、アドレナリン系反応は変化をしなかったが、コルチゾール濃度に代表されるHPA系ストレス反応は低下を示した。騒音曝露課題ではHPA系のストレス反応は変化しなかったが、アドレナリン系では低下を示した。また、覚醒感では能動的対処課題である暗算課題において上昇を示したが、受動的対処課題である騒音曝露では変化を示さなかつ

た。

身体的ストレッサー条件では、交感神経系のアドレナリン系においてもドーパミン系のストレス反応においても変化を示さなかった。しかしながら、踏み台昇降運動課題においては正常状態では、唾液緩衝能および HPA 系のストレス反応には変化がなかったのに対して、機能亢進型のストレス状態では、課題によって降下を示した。かけ声課題においては、唾液緩衝能は課題によって上昇したが、交感神経系ストレス反応ではアドレナリン系、ドーパミン系共に変化を示さなかった。

1.2 慢性ストレス状態とストレス反応

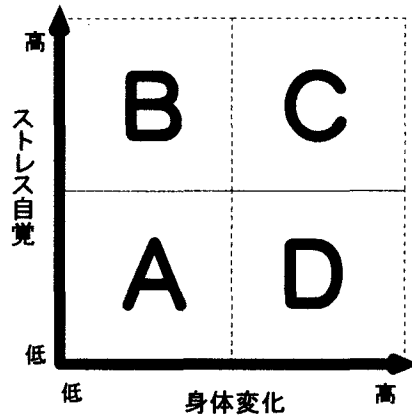
上表から、正常状態と機能亢進型のストレス状態におけるストレス反応に違いがみられるのは、身体的ストレッサー条件の課題である。踏み台昇降運動課題では、唾液緩衝能および HPA 系のストレス反応において、正常状態では課題による変化が認められなかったのに対して、慢性ストレス状態では低下を示した。また、かけ声課題では HPA 系ストレス反応において正常状態では課題による変化が認められなかったのに対して、慢性ストレス状態では低下を示した。したがって、正常状態と機能亢進型の慢性ストレス状態を区別する可能性があるのは、身体的ストレス条件であると考えられる。

2. ストレスの自覚とストレスによる身体変化

2.1 ストレス状態の4つの次元

序章において示したように、現行のストレス測定法においては、Figure.4-1-1のように4グループに大別されると考えられる。すなわち、ストレスの訴えが低く、実際の身体変化も低いグループ(Aの次元)、訴えは高いが実際の身体変化は低いグループ(Bの次元)、訴えが高く、実際の身体変化も高いグループ(Cの次元)、そして、訴えが低いが実際の身体変化が高いグループ(Dの次元)である。Aのグループは、いわゆる健康であると言えるであろう。Bのグループは、まだ身体変化は出ていないが、ストレス感や身体不調感などの自覚があるので質問紙で検出され易く、ケアの対象となる。また、Cのグループも、自覚もあり、症状(身体変化)もあるので当然ケアの対象となりうる。しかしながら、Dのグループにおいては、身体変化はあっても訴えが低いために検出されにくく、ケア対象

でありながらケアから漏れてしまう可能性があるであろう。



- ・Aの次元：訴え低く，身体変化も低い → 健康
- ・Bの次元：訴え高く，身体変化は低い → 自覚があるのでケア対象となる
- ・Cの次元：訴え高く，身体変化も高い → 自覚も症状もあるのでケア対象
- ・Dの次元：訴え低く，身体変化は高い → 自覚がないのでケアから漏れる可能性

Figure.4-1-1 ストレスの自覚と身体症状(変化)の関係モデル図

2.2 ストレスの自覚と反応

これまでの本研究の結果から，慢性ストレス状態では，日常的には恒常状態を保っているが，急性的なストレスに対するストレス反応に特徴があることが示唆された。これまでの本研究の結果を上図に当てはめると，質問紙によってストレス自覚の強度を測定することで，B + Cの次元とA + Dの次元を分けられる。さらに，生理指標を組み合わせるとここで，AとDの次元とBとCの次元を区別することが可能であると考えられる。

一方，本研究では，Figure.4-1-1におけるDの次元のストレス状態に自覚のないタイプの人たちのストレス反応を検出することを目標としている。

D次元にある人々は質問紙による検出が困難であるので，D次元の人たちを予め選出して実験をおこなうことは，ほとんど不可能である。このことから，自覚に左右されずにストレス状態を検出し得る指標を設定するのは，非常に困難である。

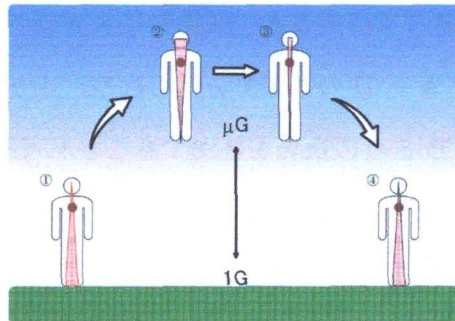
そこで，本研究では，あまり自覚されないストレス条件を設定して，そのストレスを検出し得る指標についての検討をおこなう。

3. 微小重力状態

3.1 宇宙滞在と生体

地上に生息する生物は、地上の 1G の重力に適した構造を有している。すなわち、地球上では、1G の重力に抗した姿勢保持・歩行などを余儀なくされており、体力や抗重力筋の形態や機能は重力に抗した活動と密接に関係している。したがって、身体機能そのものが、適度の運動により向上し、不活動により低下することが知られている（大平，2006）。

ヒトが微小重力環境である宇宙空間に行くことで、地上の 1G から解放されると、物にほとんど重さがなくなる。そのために、自分の体重すら支えて立つ必要がなくなるので、身体への荷重負荷がなくなる。このことが、運動量の減少をもたらし、さまざまな生理学的変化が引き起こされる（宇宙開発事業団，2001）。宇宙飛行・滞りがヒトの心理・生理機能に与える影響として、起立性低血圧、体液量減少、筋萎縮、悪心、全身倦怠感といった宇宙デコンディショニングと呼ばれる異常をきたすことが知られている。そのほか、睡眠障害や概日リズムの位相なども報告されている（水野・大島，2006）。なかでも起立性低血圧は重度になりやすいことが知られている。これらのことは、今後増加すると考えられている宇宙旅行者の安全を考える上でも深刻な問題となるであろう。



- ① 地上（1G）では、安静立位時には体液が下半身に貯留する。
- ② 微小重力（ μG ）では、体液は逆に頭部方向にシフトする。
- ③ 微小重力に生体が適応するため、体液量が減少する。
- ④ 1G 環境に戻ると、体液が減少した状態で下半身への体液シフトが起こる。

Figure.4-1-2 重力環境に伴う体液分布の変化

起立性低血圧は、生体の優れた可逆性によって引き起こされていると考えられている（Figure.4-1-2）。すなわち、地球上では 1G の重力加速度による静水圧が身体に働くために、安静立位時には体液が下半身に貯留する。しかし、微小重力環境では静水圧の影響がほぼなくなるので、下肢筋による Milking action などにより、体液は頭部方向にシフトす

るのである。次に、このような体液シフトに反応して、脳下垂体からの抗利尿ホルモン（Antidiuretic hormone；ADH）の分泌抑制および心房細胞からの心房性ナトリウム利尿ホルモン（Atrial natriuretic peptide；ANP）の分泌促進が起こり、腎臓からの尿排泄増加に伴い、体液量が減少する。その結果、上半身への体液シフトによる顔面の浮腫などは軽減することが知られている。このようにして、微小重力環境に適応する形で総血液量は減少し、地球帰還時や帰還後に下半身への体液シフトに伴う起立性耐性の低下を誘発してしまう（Charles, & Lathers, 1991）。

そこで、この起立耐性の低下を防ぐために、宇宙飛行中に運動をする、下半身陰圧装置を利用して体液を下半身へシフトさせるなどの試みがなされている。また、帰還直前にミネラルを含んだ生理食塩水の飲用や耐 G 服の着用などもおこなわれている（関口・村井, 1998）

3.2 微小重力シミュレーター

宇宙は特殊環境の一つであり、地球という重力環境に生まれ育ったヒトがこの特殊環境に滞在・生活するためには、解決しなければならない課題が多く存在する。中でも微小重力環境によって引き起こされる生理的問題の多くは、未解決な部分が多い。

地上における微小重力環境下の生体変化の研究に用いられている方法には、航空機のパラボリックフライトによる短時間の低重力の実現や、プール水浸法、頭部を下げたベッド上の臥床等の機械的なシミュレーションがある。これらの方法にはそれぞれの適用限界があるが、宇宙における微小重力状態に最も近い環境を模擬するのがパラボリックフライトであるとされている。しかし、このパラボリックフライトでは、航空機をある高度から自由落下させることで微小重力を得る実験方法なので、一回のフライトで約 5 分間の微小重力状態を 9 ～ 11 回繰り返すに留まり、非常に短時間である。プール水浸法は、首から上だけ水面から出して、直立姿勢でプールに浮かぶ方法である。これは、比較的長い時間の微小重力状態を実現できる利点があるが、水中であるので、採血などの生体試料を採取するのが困難であることと、浸透圧の関係から皮膚細胞内に水分が浸透してしまうなどの不都合が報告されている。また、ヒトが直立状態で浮遊できるプールを用意することが困難である。一方、頭部を下げたベッド上の臥床であるベッドレスト研究は、ヒトをベッドに臥床させ、活動量の低下と頭から足への重力負荷がない状況が、生活体にどのような影

響を与えるのかを調べる有人研究手段である。

3.3 微小重力状態とストレス反応

頭部を下げたベッド上の臥床である 7° ヘッドダウンチルト法(7° head-down tilt; HDT)は、重力加速度の体軸方向成分+Gzにかかる重力Gがほぼ0になることから、宇宙やスペースシャトル内での微小重力状態の地上模擬実験に利用されている。周知の通り、生活体はストレス反応によって外部環境と一種の緊張した平衡状態を保っている。ストレスは、生活体に加えられる機械的刺激であり、それまで均衡を保っていたホメオスタシスの状態を破ろうとする一種の侵襲刺激である。生活体はこれに対し自らを守るためにストレス反応を起こす。直立動物であるヒトは通常、一日の3分の2は立位、座位およびそれに近い姿勢で生活しているので、体軸方向での重力の影響は非常に大きい。このHDTでは、頭部を $6\sim 7^{\circ}$ 下げることによって下肢に貯留していた体液の上半身への移動が起こり、胸腔内液量の増加、心臓の拡張、脳圧が上昇するとともに頭部浮腫が起こる。すなわち、HDTは循環機能に影響をあたえ、均衡を保っていた身体内部の状態が「ゆらぐ」刺激であると言える。

4. 本章の目的

微小重力状態では、循環機能に少なからず影響を与えるので、HDTは生活体にはストレスとなると考えられる。しかしながら、宇宙飛行士や実験参加者の体験談からは、微小重力によって身体に受けているストレス負荷に比較して、精神的な負荷の印象がとても薄く感じられる。一方、微小重力状態の地上模擬実験としては、HDT法がもっとも簡易で実験参加への負担が少ないと考えられる。しかし、HDT法はこれまで、比較的長時間(3～90日間)の実験に用いられてきた。したがって、本研究のような急性なストレス課題としての使用が可能であるかを検討する必要がある。

そこで本章では、まずはじめに、HDTが、第3章において本研究で用いられているような急性なストレスになるかを検討する。その後、微小重力状態における身体的負荷と精神的負荷の相違に着目をして、慢性ストレス状態の客観的な指標に関する検討をおこなう。

HDTにおいて生活体が、身体的負荷を受けているにも拘わらず、精神的には負荷を感じないならば、HDTは無自覚ストレスとなり得ると考えられる。また、この無自覚なストレス状態を検出する指標を同定できれば、意識に上らないストレス状態を検出できることとなる。このことは、Figure.5-1-1におけるDの次元の検出に繋がる可能性があると考えられる。

第2節 自覚されないストレッサーとしての7°ヘッドダウン状態(7° Head-Down Tilt)の心理的および生理的評価

1. 問題と目的

7°ヘッドダウンチルト法(7° head-down tilt; HDT)は、重力加速度の体軸方向成分(+Gz)にかかる重力(G)がほぼ0になることから、宇宙やスペースシャトル内での微小重力状態の地上模擬実験に利用されていることは既に述べた。

微小重力状態の模擬実験は、数多くなされてきており、特に自律神経機能に関する報告が多くある。Microneurographyによるヒトの交感神経活動の測定においては、頸下水浸やパラボリックフライトによる微小重力状態では筋交感神経活動は抑制されるが、HDTでは促進されるとされている(Iwase, Mano, Cui, Kitazawa, Kamiya, Miyazaki, Sugiyama, Mukai, & Nagaoka, 1999. Kamiya, Iwase, Michikami, Fu, & Mano, 2000)。筋交感神経活動は、骨格筋を支配しており、この神経の活動が重力に拮抗して血圧の恒常維持に重要な役割を果たしている。すなわち、微小重力状態では循環機能に影響をあたえ、均衡を保っていた身体内部の状態が揺らぐことが報告されている。しかしながら、上述したように、パラボリックフライトとHDTでは結果の一致をみないことが多い。これは、前者が短時間の微小重力暴露であるのに対して、後者は長期間の臥床実験によって得られた結果であることに起因すると考えられる。

そこで、本節では、枕の仰角分程度の角度である7°のHDTを用いて、急性的なヘッドダウン状態が人体におよぼす影響を自律神経応答、唾液中コルチゾール濃度、気分評定を用いて、心理的および生理的な反応を検討した。

2. 方法

2.1 実験参加者

健常な大学生および大学院生28名(女性25名、男性3名。平均年齢20.9 ± 1.5歳)が本実験に参加した。全ての参加者に本実験の意義を十分に説明し、実験への参加承諾を得た。

2.2 実験手続き

参加者全員について、20分間の座位安静の後、気分評定と唾液採取および、心電図測定を10分間おこなった。その後、7° head-down tilt (HDT)すなわち、頭部を7度下げ、仰臥する姿勢を20分間保ち、その姿勢のまま気分評定、唾液採取および10分間の心電図測定をおこなった。安静座位とHDT時の唾液中コルチゾール濃度、自律神経応答および気分について比較した (Figure.4-2-3)。

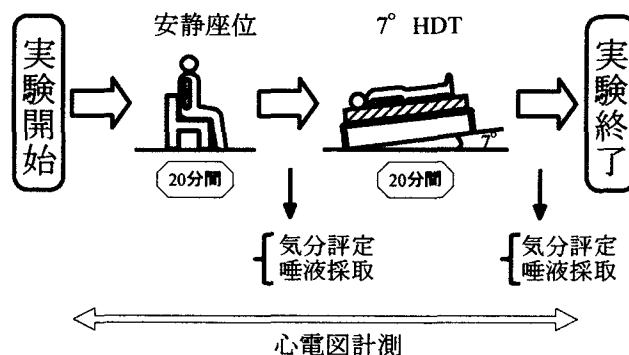


Figure.4-2-3 実験手続き

2.3 測定方法

2.3.1 気分評定

気分評定には Affect-Grid 法を用いて、快適感および覚醒感を測定した (Russell, Weiss, & Mendelsohn, 1989)。本研究においては実験参加者が臥位であり用紙への記入が困難であるので、評定、記入がより簡易である Affect-Grid 法が選択された。

2.3.2 唾液採取および測定方法

唾液採取方法は、第1章第2節の方法に準じた。採取唾液からは、唾液中コルチゾール濃度を測定した。また、測定方法は、第3章第2節の方法に準じた。

2.3.3 電気生理学的測定

20分間の安静の後の座位 (HDT 前) と HDT への姿勢変換をしてから 20分間経過後の HDT 時の心電図を MP30B-CE (BIOPAC Systems, Goleta 社製, アメリカ) を用いて、それぞれ 10分間測定した。サンプリング速度は 400 Hz にておこなった。デルタ解析は、ソフトウェア AcqKnowledge 3.5 (BIOPAC Systems, Goleta 社製, アメリカ) を用い自己相関フーリエ変換法で心拍パワースペクトルを得て、副交感神経と交感神経系の活動のバランスを示すと言われる高周波成分値 (HF) と低周波成分との比 (LF/HF) を算出した。

また、一分間当たりの平均心拍数も算出した。

2.4 統計的解析方法

各測度から得られた結果は、平均値±標準偏差で示した。

気分評定、唾液中コルチゾール濃度、および LF/HF と平均心拍数のそれぞれの測度に関して、対応のある t 検定(両側)を用いて、安静座位時と HDT 時の群内比較をおこなった。なお、唾液量が測定可能量に満たなかった 2 名をコルチゾール濃度の検定から除外した。また、心電図が正確に測定できなかった 3 名を LF/HF の検定から除外した。

3. 結果

3.1 気分評定

安静座位時と HDT 時における Affect-Grid による快適感の平均得点は、安静座位時は 5.96 ± 1.96 点、HDT 時は 6.00 ± 2.67 点であった。

快適感に関する t 検定の結果、安静座位時と HDT 時では、有意差は認められなかった { $t(27)=1.68, ns$ } (Figure.4-2-4)。

また、覚醒感の両姿勢での平均得点は、安静座位時は 5.43 ± 3.29 点、HDT 時は 5.43 ± 3.29 点であった。

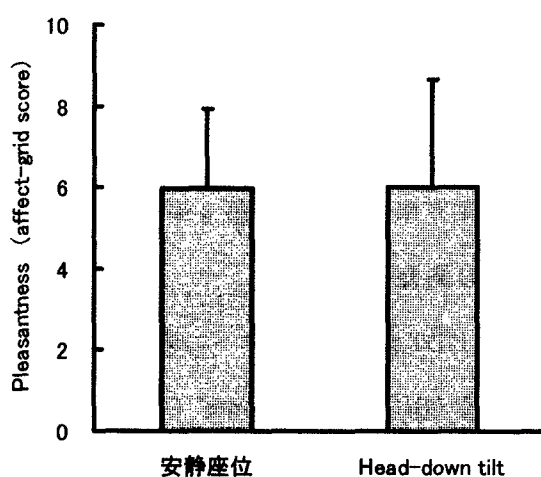


Figure.4-2-4 快適感の姿勢ごとの比較

覚醒感に関する群内比較の結果、統計学的な有意差は認められなかった { $t(27)=1.26, ns$ } (Figure.4-2-5)。

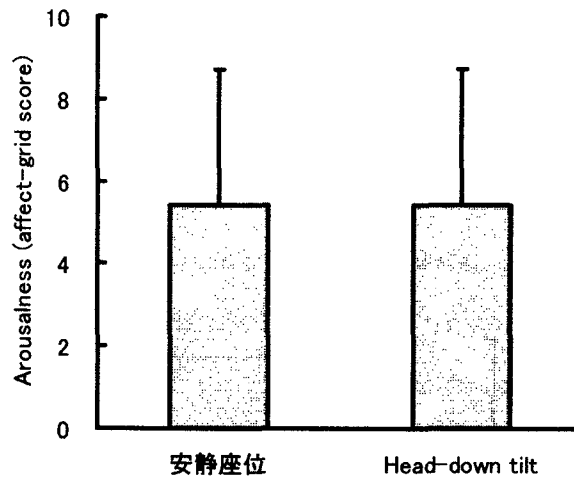


Figure.4-2-5 覚醒感の姿勢ごとの比較

3.2 唾液中コルチゾール濃度

安静座位時と HDT 時における唾液中コルチゾール濃度の平均値は、安静座位時は $0.18 \pm 0.03 \mu\text{g}/\text{dl}$ 、HDT 時は $0.29 \pm 0.09 \mu\text{g}/\text{dl}$ であった。

唾液中コルチゾール濃度に関する t 検定の結果、安静座位時よりも HDT 時の方が有意に高値を示すことが明らかとなった ($t(25)=2.45, p<.05$) (Figure.4-2-6)。

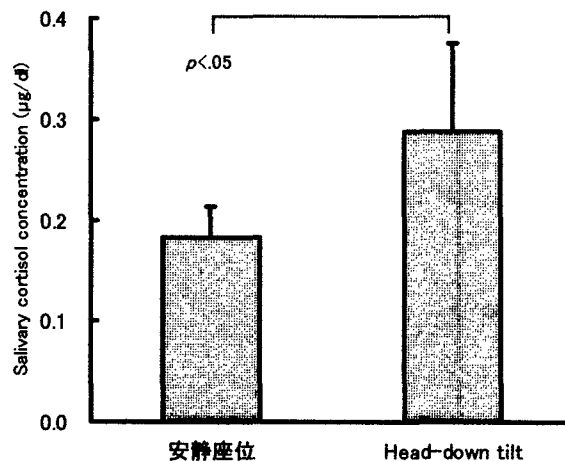


Figure.4-2-6 姿勢変換の唾液中コルチゾール濃度

3.3 自律神経応答

安静座位 20 分後と HDT 20 分後の LF/HF 値の平均値は、安静座位時は 4.70 ± 6.25 、HDT 時は 18.11 ± 33.89 であった。

t 検定の結果、LF/HF 値は HDT 時の方が安静座位時よりも有意に高値を示すことが明

らかとなった { $t(24)=2.09, p<.05$ } (Figure.4-2-7)。

また、1分間の平均心拍数の平均値は、安静座位時は 62.25 ± 8.68 /minute, HDT 時は 65.15 ± 6.59 /minute であった。

群内の t 検定の結果、1分間の平均心拍数は、HDT 時の方が安静座位よりも有意な増加が認められた { $t(26)=2.50, p<.05$ } (Figure.4-2-8)。

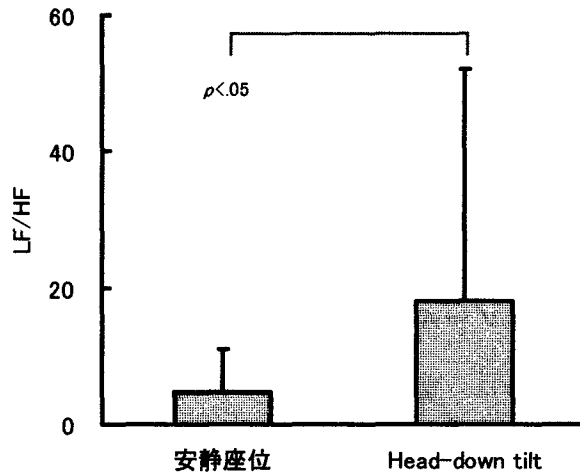


Figure.4-2-7 姿勢変換による LF/HF の変化

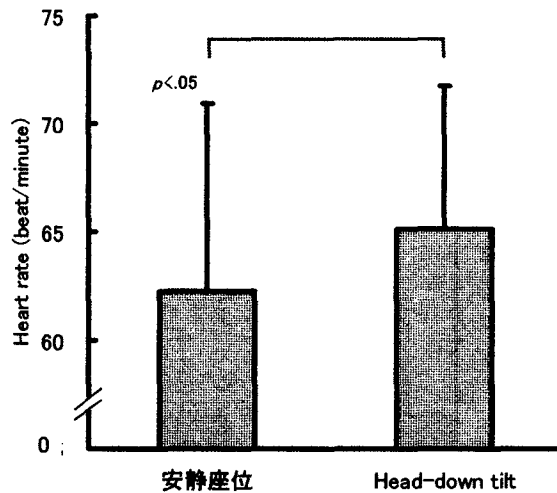


Figure.4-2-8 姿勢による心拍数の変化

4. 考察

本研究では、急性的な HDT が人体にどのような影響を与えるのかを検討する目的で、その心理および生理的な反応を測定した。その結果、Affect-Grid 法による気分評定では、安静座位時と HDT 時で快適感に有意な変化は認められなかった。すなわち、体液移動に

よる体内循環の変動という身体的な負荷を受ける HDT 状態では、実験参加者が特に苦痛や不快感を抱かなかつたことを示した。唾液中コルチゾールに関しては、HDT 時に濃度の増加が認められた。松井(2003)は、1970年代のスカイラブ実験および毛利衛宇宙飛行士を被検者とした宇宙における微小重力実験でコルチゾールの増加が認められておりストレス反応が起こったためだと述べている。本研究の結果は、これらとも一致している。また、自律神経応答に関しては、LF/HF 値が HDT 時の方が高くなり、交感神経優位側へシフトしたことが認められた。くわえて、心拍数も HDT 時に増加したことから、心臓迷走神経活動が抑制されたと考えられる。仰臥位から HDT の姿勢では頭部方向への血液移動が起こることがわかっている。また、清水(2000)は、HDT 時には胸郭が弛緩して形状が変わり、その閉鎖腔内容積が増加し、胸腔内の血管への血液移動・流入が促され、心臓の充満圧が上がり、スターリングからも心臓の大きさや一回拍出量、心拍出量の増大をもたらすとしている。したがって、本研究においても LF/HF の有意な増加は、HDT 時に心拍数や心拍出量の増加に見られる心臓反射だけでなく、血管反射も同時におこったと考えられる。また、HDT 時は、安定していた消化管位置が体上部へ移動したと思われ、この消化管の移動が副交感神経性を低下させた可能性も考えられる。

本研究の結果から、HDT は不快感や苦痛を自覚しないことが明らかとなった。さらに、唾液中コルチゾール濃度の上昇および自律神経応答が交感神経優位であったことから、体性感覚では HDT が負荷としてなっていたことが伺われた。すなわち、急性的なヘッドダウン状態は、無自覚的な急性のストレッサーになり得る可能性が示唆された。

第3節 自覚されないストレスーとしての7° Head-Down Tiltの心理的および生理的評価 (II)

1. 問題と目的

HDTでは、頭部を6～7°下げることによって下肢に貯留していた体液の上半身への移動がおり、胸腔内液量の増加、心臓の拡張、脳圧が上昇するとともに頭部浮腫が起こることが知られている。本研究においても第2節の実験の結果から、安静座位から7° HDTへの体位変換をおこなった時には、7° HDTが無自覚のストレスーであるといえる(加藤・伊藤・長岡・永・清水, 2007)。特に自律神経機能の研究から、血圧変動などは立位または座位から仰臥へ体位変換をただけで変動することが知られている(佐竹・初山・上村, 1998. 奥田・山田・伊藤・渡辺, 1998)。体位変換による影響に関しては、仰臥位から立位、さらに再度仰臥位へと3分毎に体位を変換し、脳内酸化・還元Hb濃度、血圧、心拍数、酸素飽和度の1分毎の変化を経時的に比較した先行研究によれば、血圧と心拍数は立位で有意に上昇し、仰臥位へ戻すと安静時の値に復し、脳内酸化Hb濃度は立位2分で安静時より有意に減少し、仰臥位2分では安静時より増加しているという報告がある(東北大リハ, 2005)。したがって、本研究の第2節の実験においては、ストレスの要因が、体位を変換したことであったのか、7°頭を下げたことであったのか明確ではないと言わざるを得ない。

そこで本節では、7° HDTと0°の水平仰臥位と比較することで急性的なHead-down状態が人体におよぼす影響を検討し、HDTがおよぼす負荷とそのストレス反応および感覚について考えた。

2. 方法

2.1 実験参加者

健康な短期大学生16名(全員女性, 20歳)が本実験に参加した。

全ての実験参加者に、本実験の意義を十分に説明し、参加・不参加によって不利益が生じないこと、本実験では唾液採取をおこなうこと、採取唾液からコルチゾール濃度、MHPG濃度、HVA濃度および、s-IgA濃度を測定すること、得られたデータは全て個人が特定で

きない状態にし、研究目的以外には使用しないことなどを十分に説明した。その後、実験参加に文書にて承諾を得た。

2.2 実験手続き

実験の説明を角度可変式ベッドの角度（ -30° ～ 30° ）の体験を含めておこない、実験参加の意思確認をした後に、参加者を無作為に8名ずつの2群に分けた。

実験開始後、参加者全員について、20分間の座位安静の後に気分評定と唾液採取をおこなった。次に参加者は、ベッドに移動して仰臥位になった。参加者が安全に移動した後、直ちにベッドを 30° 起こし、 30° head-up の姿勢（以下 30° HUT）を5分間保った。その後、一方の群（HDT群）は 7° head-down tilt（ 7° HDT）、すなわち頭部を7度下げ仰臥する姿勢を、もう一方の群（水平仰臥位群）は 0° head-rest、すなわち水平仰臥の姿勢を、それぞれ20分間保ち、その姿勢のまま、感覚と気分の評定および唾液採取をおこなった。さらに両群共に 30° HUTへと体位を変換し、20分後に再び感覚の評定をおこなった（Figure.4-3-9）。また、実験中は、ベッド上で仰臥位になった参加者の頭部を黒色の布を使ったシェルターによって覆い、参加者の視野を遮った。

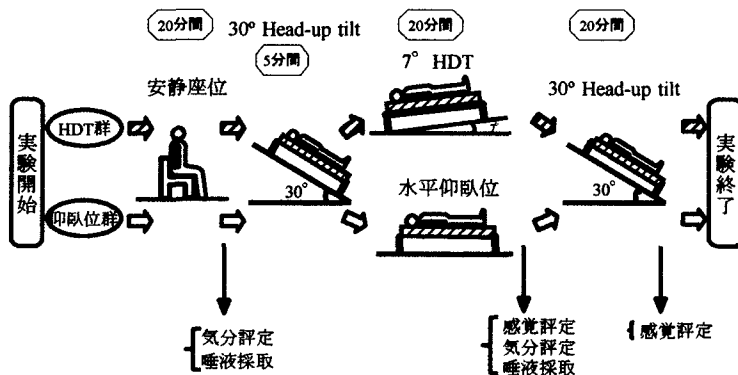


Figure.4-3-9 実験手続き

2.3 測定方法

2.3.1 主観的感覚測定

放射状の線が描かれた質問紙によって、実験参加者にそのときの主観的角度の回答を求めた（Figure.4-3-10）。尚、実験開始時に、 -30° 、 -7° 、 0° 、 7° 、 30° の各角度を体験提示した。

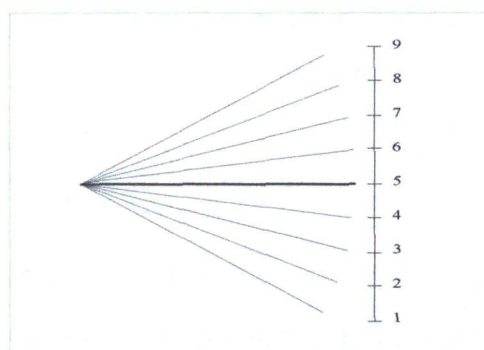


Figure.4-3-10 主観的感覚質問紙

2.3.2 気分評定

気分評定は、Affect-Grid法を用いた（Russell, Weiss & Mendelsohn, 1989）。

2.3.3 唾液採取および測定方法

唾液採取方法は、第1章第2節の方法に準じた。

採取唾液からは、唾液中コルチゾール濃度、MHPG濃度、HVA濃度およびs-IgA濃度を測定した。

唾液中コルチゾール濃度および、MHPG・HVA濃度の測定方法は、第2章第2節の方法に準じた。

s-IgA濃度（唾液分泌型免疫グロブリンA酵素免疫）は、唾液分泌型免疫グロブリンAをEIA s-IgAテスト（MBL社製、日本）により、Multiskan JX検出器を用いて波長492 nmで測定、定量した。

2.4 統計的解析方法

それぞれの測定値は、平均値±標準偏差で示した。

気分評定、唾液中コルチゾール濃度、MHPG濃度、HVA濃度およびs-IgA濃度は、それぞれの測定値に関して、角度要因（HDT群・水平仰臥位群）と姿勢要因（座位・仰臥位）の2要因（2×2）の混合分散分析をおこなった。

主観的感覚については、実験参加者の主観的角度と実際の角度との誤差に関して、HDT群と水平仰臥位群の体位変換姿勢と30° HUT姿勢ごとにt検定（Student t-test）を用いて群間を比較した。

尚、唾液量が測定可能量に満たなかった1名（HDT群）と、安静時のコルチゾール濃度

が正常値を大幅に越えていた1名（水平仰臥位群）の計2名を検定から除外した。

3. 結果

3.1 主観的感覚

実際の角度と主観的な角度との感覚誤差についての両群の平均値は、Table.4-3-2 に示した。

Table.4-3-2 主観的な角度との感覚誤差

群	実際の角度	実際の角度得点	自覚角度得点		誤差	
			MEAN	SD	MEAN	SD
水平仰臥位群	0°	5.00	4.38	0.52	-0.63	0.52
	30°	9.00	8.38	0.52	-0.63	0.52
HDT群	-7°	4.00	3.25	1.04	-0.75	1.04
	30°	9.00	8.38	0.52	-0.63	0.52

水平仰臥位群の自覚角度得点は、角度0（実際の角度得点5点）の時には 4.38 ± 0.52 点、その得点誤差は -0.63 ± 0.52 点であり、実際の角度30（実際の角度得点9点）の時は 8.38 ± 0.52 点、得点誤差は -0.63 ± 0.52 点であった。HDT群の自覚角度得点は、角度-7の時は 3.25 ± 1.04 点、得点誤差は -0.75 ± 1.04 点であり、角度30の時は 8.38 ± 0.52 点、得点誤差は -0.63 ± 0.52 点であった。

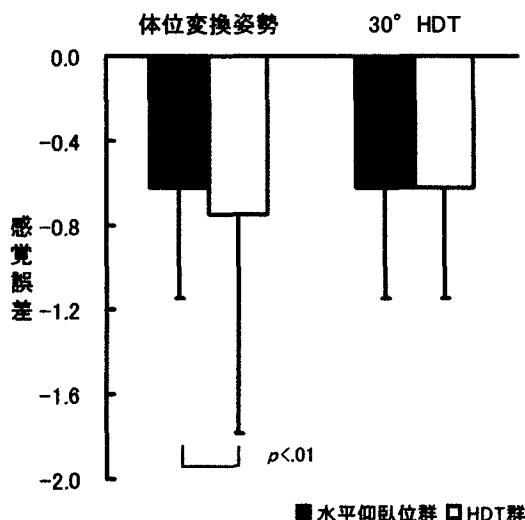


Figure.4-3-11 体位変換時の感覚誤差の群間比較

体位変換時すなわち、HDT群は7°頭を下げた時、水平仰臥位群は頭を0°の水平にし

たときの感覚誤差に関する群間の t 検定をおこなった。その結果、両群間に有意な差があり、HDT 群の方が、頭が実際の角度よりも下がっていると感じていることが明らかとなった ($t(14)=2.75, p<.05$) (Figure.4-3-11)。

また、 30° HUT 時における群間の t 検定の結果では、両群間に有意な差は認められなかった ($t(14)=0.00, ns$)。

3.2 気分評定

快適感の各評価得点の平均値は、水平仰臥位群の安静座位時は 5.75 ± 1.20 点、水平仰臥位時は 5.88 ± 1.05 点、HDT 群の安静座位時は 6.88 ± 1.17 点、 7° HDT 時は 6.75 ± 0.97 点であった。また、覚醒感の平均値は、水平仰臥位群の安静座位は 6.13 ± 1.36 点、水平仰臥位時は 4.75 ± 1.39 点、HDT 群の安静座位時は 7.13 ± 0.93 点、 7° HDT 時は 4.75 ± 0.97 点であった

快適感に関して角度要因 (HDT 群・水平仰臥位群) と姿勢要因 (座位・体位変換) の分散分析をおこなった結果、主効果、交互作用共に有意ではなかった (Figure.4-3-12)。

覚醒感に関しての 2 要因の分散分析の結果、姿勢要因に主効果が認められた ($F(1,14)=28.13, p<.01$)。すなわち、安静座位から仰臥位へ体位を変換することによって覚醒感が有意に低下することが明らかとなった (Figure.4-3-13)。

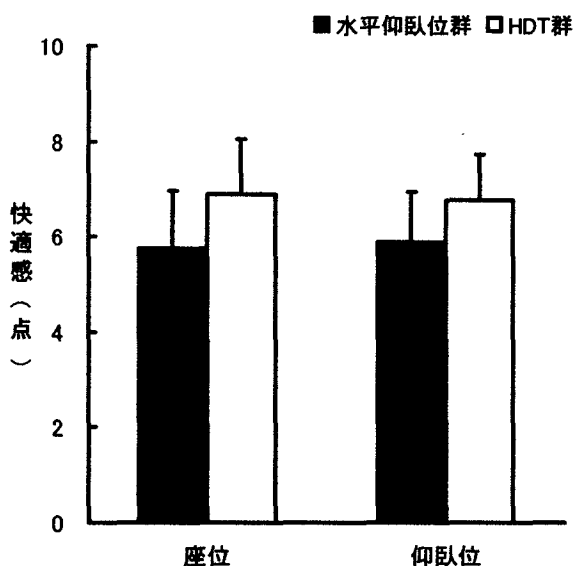


Figure.4-3-12 両群の姿勢ごとの快適感

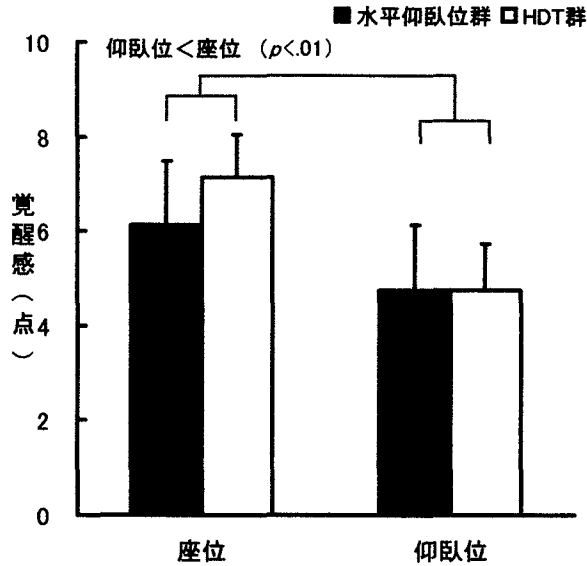


Figure.4-3-13 姿勢による覚醒感の変化

3.3 唾液中コルチゾール濃度

コルチゾール濃度の平均値は、水平仰臥位群の安静座位時は $0.10 \pm 0.03 \mu\text{g/dl}$ 、水平仰臥位時は $0.09 \pm 0.02 \mu\text{g/dl}$ 、HDT 群の安静座位時は $0.09 \pm 0.04 \mu\text{g/dl}$ 、 7° HDT 時は $0.14 \pm 0.08 \mu\text{g/dl}$ であった。

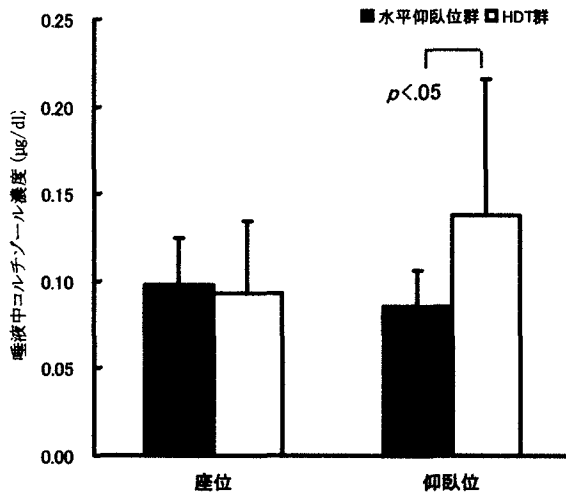


Figure.4-3-14 体位変換による唾液中コルチゾール濃度の変化

唾液中コルチゾール濃度に関して分散分析をおこなった結果、角度要因と姿勢要因に交互作用が有意であった $\{F(1,12)=4.96, p<.05\}$ 。そこで、角度の単純主効果の検定をおこなったところ、水平仰臥位に比較して 7° HDT で有意にコルチゾール濃度が高値を示した

{ $F(1,12)=6.10, p<.05$ } (Figure.4-3-14)。

3.4 MHPG 濃度, および HVA 濃度

唾液中 MHPG 濃度の平均値は以下に示すとおりである。水平仰臥位群の安静座位時は $7.36 \pm 1.70 \text{ ng/ml}$, 水平仰臥位時は $11.30 \pm 3.60 \text{ ng/ml}$, HDT 群の安静座位時は $8.82 \pm 3.50 \text{ ng/ml}$, 7° HDT 時は $11.01 \pm 3.28 \text{ ng/ml}$ であった。

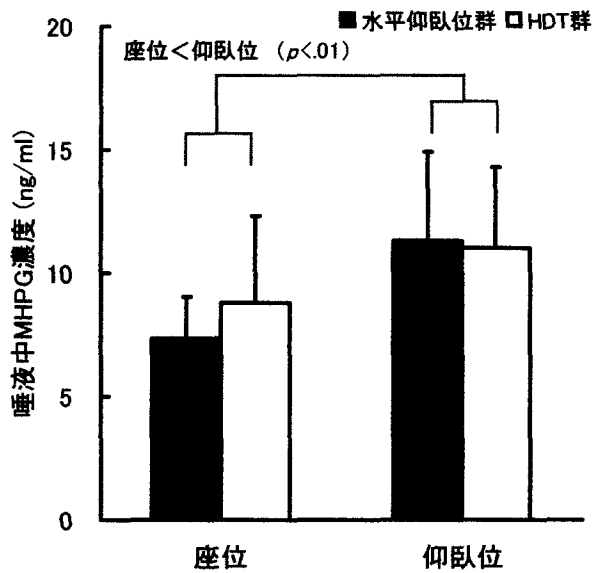


Figure.4-3-15 唾液中 MHPG 濃度の姿勢ごとの両群比較

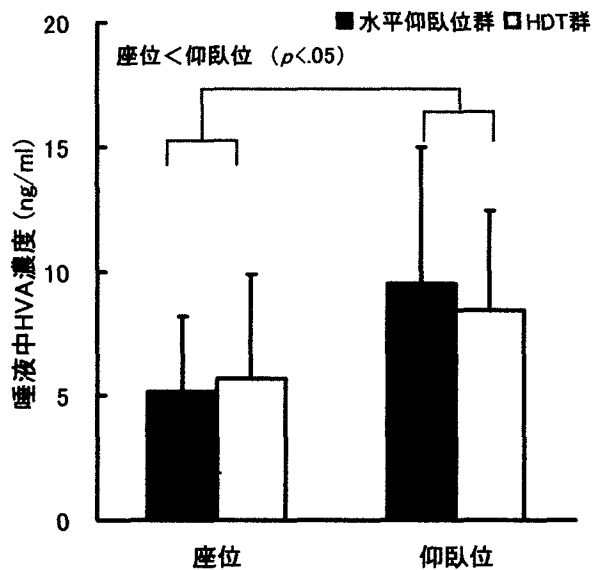


Figure.4-3-16 唾液中 HVA 濃度の姿勢ごとの両群比較

また, 唾液中 HVA 濃度の平均値は, 水平仰臥位群の安静座位時は $5.15 \pm 3.05 \text{ ng/ml}$,

水平仰臥位時は $9.47 \pm 5.51 \text{ ng/ml}$, HDT 群の安静座位時は $5.69 \pm 4.20 \text{ ng/ml}$, 7° HDT 時は $8.42 \pm 4.00 \text{ ng/ml}$ であった。

MHPG 濃度に関して分散分析をおこなった結果, 姿勢要因に有意な主効果が認められ, 安静座位から体位を変換することで MHPG 濃度が有意に高くなることが明らかになった { $F(1,12)=11.66, p<.01$ } (Figure.4-3-15)。

HVA 濃度に関する分散分析の結果は, 姿勢要因に主効果が有意であり, 体位変換によって明らかな HVA 濃度の上昇が認められた { $F(1,12)=7.64, p<.05$ } (Figure.4-3-16)。

3.5 唾液中 s-IgA 濃度

s-IgA 濃度の平均値は, 水平仰臥位群の安静座位時は $1.53 \pm 0.74 \text{ } \mu\text{g/ml}$, 水平仰臥位時は $8.08 \pm 5.28 \text{ } \mu\text{g/ml}$, HDT 群の安静座位時は $1.93 \pm 0.72 \text{ } \mu\text{g/ml}$, 7° HDT 時は $7.83 \pm 3.27 \text{ } \mu\text{g/ml}$ であった。

2 要因の分散分析をおこなった結果, 姿勢要因に有意な主効果が認められ, 安静座位から仰臥位へ体位を変換することで s-IgA 濃度が有意に高くなることが明らかになった { $F(1,12)=27.54, p<.01$ } (Figure.4-3-17)。

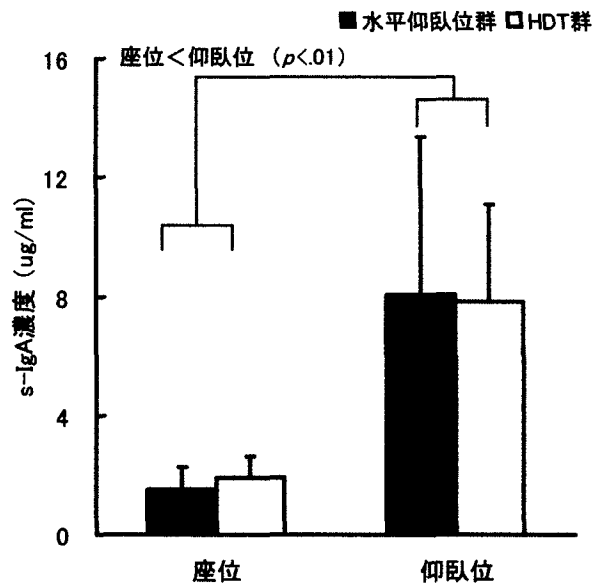


Figure.4-3-17 s-IgA 濃度の姿勢ごとの両群比較

4. 考察

本研究では, 短時間の HDT が急性的な無自覚なストレス課題となり得るかを検討

【第4章】

する目的で、7° HDTと0°（水平）の仰臥位を用いて、心理的および生理的な反応を測定、比較した。その結果、主観的感覚では、7° HDTの方が実際の角度よりも頭が下がっていると感じており、7° HDTのような状態では、実際より体が傾いている感覚がより強く表れ、日常とは少し異なった体性感覚を生じさせた。Affect-Grid法による気分評定では、7° HDTと水平仰臥位では快適感の有意な変化はなく、実験参加者は傾いた感覚を負荷としては感じていないようであった。しかしながら、7° HDTではコルチゾール濃度は有意に高値となり、体性感覚ではストレスラーとして受け止めていることが明らかとなった。コルチゾールに関しては、松井(2003)の1970年代のスカイラブ実験および毛利衛宇宙飛行士を被験者とした宇宙における微小重力実験でも増加が認められている。本研究の結果は、微小重力環境下のコルチゾール増加はストレス反応の結果であるとした先行研究とも一致している。

また、唾液中 MHPG 濃度および HVA 濃度は、安静座位からの体位変換によって有意に上昇した。周知の通り、MHPG はノルアドレナリンの代謝産物であり、HVA はドーパミンの最終代謝産物である。血漿中と唾液中の MHPG および HVA 濃度には高い相関があることが先行研究でも認められており、特に MHPG は不安障害やうつ病の指標として期待されている (Yang, Yehuda, Holland & Knott, 1997)。しかしながら、山田・矢島・津田・山内・前田・田中(1999)は、MHPG は健常者においては不安状態の指標にはならず、むしろ作業への集中の程度やあたらしい環境への適応の程度を反映しているとしている。また、ストレスラーとの関連においても、予測のできるストレスラーよりも予測できないストレスラーに対して、脳内ノルアドレナリン濃度が高くなることが観測されている (田中, 2003)。一方、ドーパミンは、驚きや不確実性のある刺激に対して多く放出されることが知られている。本研究では、実験参加者の視野を黒い布で遮っておこなった。このことは、角度可変式ベッドを使って体位の変換をおこなった時に参加者は、未知の角度への体位変換を体験したとこととなり、予測できない刺激(ストレスラー)を感じたと考えられる。また、脳内で放出されたドーパミンは、大脳皮質の前頭葉にしばらく滞留し、30分ぐらい時間を掛けてゆっくりと低下していくとされている (茂木, 1999)。本実験においては、実験参加者が不確実の刺激を感じたことに加えて、体位変換後 20 分に唾液を採取していることが、体位変換後の MHPG 濃度および HVA 濃度上昇の原因であると考えられる。

分泌型免疫グロブリン A は、粘膜関連リンパ組織の主要な産物であり、古くからスト

レスと上気道感染症との関連から注目されてきた。多くの研究結果から、慢性ストレス状態では低下し、急性ストレス場面では増加するとされてきた。一方で、唾液中 s-IgA は諸条件によって同一生体内でも大きく変動し、研究者間でもデータが一致しない例が多く見受けられる (Mouton, Fillion, Tawadrose & Tessier, 1989)。しかしながら近年、急性ストレスの中で受動的対処ストレス場面では分泌低下することが確認されている。受動的対処ストレス場面とは、刺激に対して動きのとれないまま注目や監視を続ける受け身の場面である。受動的対処ストレスラーとしては、寒冷昇圧試験や歯科処置場面、恐怖ビデオ視聴などで多く研究されている。一方、足浴効果研究や手技療法研究においては、s-IgA 濃度の上昇がリラクゼーション効果と共に報告されている (鈴木・出口・浜口・川村・田中・川村・川村・美和・杉村, 2007; Donoyama, Shoji & Munakata, 2005; Uedbdb & XU, 2004)。本研究における体位変換実験は、受動的対処ストレス場面にあたりと考えられる。しかしながら、本研究の s-IgA 濃度は体位変換によって有意な上昇が認められた。この s-IgA 濃度の上昇は、本実験で用いた体位変換は受動的対処ストレスラーではあるものの、ストレスラーとして自覚されていないことが原因である可能性が考えられる。

本研究の結果から、7° HDT は、日常とは異なった感覚を生じさせるものの水平仰臥位と同様に、不快感や苦痛を自覚しないことが明らかとなった。しかしながら、唾液中 cortisol 濃度の上昇から、7° HDT は体性感覚では負荷となっていたことが伺われた。すなわち、急性的な 7° のヘッドダウン状態は、無自覚な急性ストレスラーになり得る可能性が示唆された。また、MHPG 濃度、および HVA 濃度は、水平仰臥位でも 7° HDT でも高値を示し、不安や驚きを伴うような予期できない体位変換が、ストレス負荷となる可能性が示された。

第4節 慢性ストレスと7° HDT(7° Head-down tilt)

1. 問題と目的

本章における第2節、第3節の実験によって、仰臥で頭部を下げた状態である7° head-down tilt (HDT) は、体軸方向での重力の影響を受けて身体的にはストレスとなるにも拘わらず、ストレスとしては無自覚であることが示された(加藤・伊藤・長岡・永・清水, 2007; 加藤・伊藤・伊藤・長岡・永・清水, 2008.)。

そこで本節においては、身体的にはストレス反応が起きていても無自覚である状況においても、そのストレス反応を検出できる指標を探ることを目的として、HDT をストレス課題として実験をおこなった。

2. 方法

2.1 実験参加者

CFSI の日常的に自覚された心身状態の訴えの合計得点について、予め測定した実験参加者母集団の平均得点(259.1点)を基準にして、実験参加の依頼をした結果、健康な大学生24名(全員女性。平均年齢 21.0 ± 1.6 歳)が本実験に参加した。

CFSI の平均得点($259.1 + 0.5$ SD点)よりも訴え得点の高い学生を「疲労群」、平均得点($259.1 - 0.5$ SD点)よりも訴え得点の低い学生を「健康群」と定義し、2群に分けた。その結果、疲労群9名{平均年齢 20.8 ± 2.0 歳(CFSI 325.8 ~ 517.4点)}, 健康群15名{平均年齢 21.1 ± 1.4 歳(CFSI 0.0 ~ 260.6点)}であった。

全ての実験参加者に、本実験の意義と参加・不参加によって不利益が生じないことおよび、本実験では唾液採取をおこなうこと。採取唾液から唾液緩衝能、コルチゾール濃度とMHPG濃度およびHVA濃度を測定すること。得られたデータは全て個人が特定できない状態にして研究目的以外には使用しないことなどを十分に説明をし、実験参加に承諾を得た。

参加者には、あらかじめ実験の日時を知らせ、実験に食事の影響がないように実験開始前1時間の飲食を控えるように教示した。また、実験開始前に、水道水で口腔内を洗浄することを求めた。

2.2 手続き

実験参加者はそれぞれ、指定された時間に実験室として用意した実習室に来室した。全ての参加者に、20分間の座位安静の後、気分評定への回答と唾液採取を求めた。その後、7° head-down tilt (HDT)すなわち、頭部を7度下げ、仰臥する姿勢を20分間保ち、その姿勢のままで気分の評定および唾液採取をおこなった。最後に座位安静へと姿勢を戻し、実験を終了した (Figure.4-4-18)。

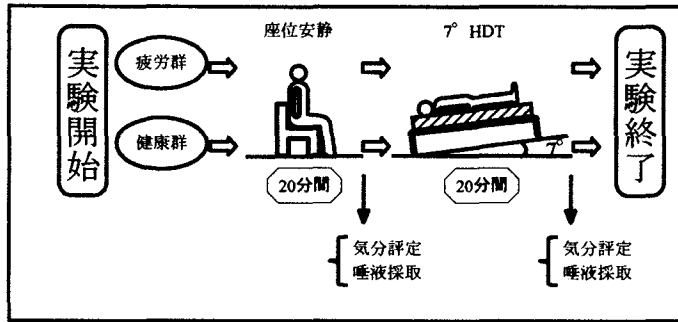


Figure.4-4-18 実験手続き

2.3 測定方法

2.3.1 気分評定

実験時の気分を評定する目的で、Affect-Grid法を用いて、参加者全員の快適感および覚醒感を測定した。

2.3.2 生化学的分析

唾液採取方法は、第1章第2節の方法に準じた。

採取唾液からは、唾液緩衝能、唾液中コルチゾール濃度、唾液中MHPG濃度およびHVA濃度を測定した。測定方法は第2章第2節の方法に準じた。

2.4 統計的解析方法

それぞれの測度に関して、CFSI要因(疲労群・健康群)と姿勢要因(安静座位・HDT)の2×2の混合分散分析をおこなった。全ての測定値の結果は、平均値±標準偏差で示した。

3. 結果

3.1 唾液緩衝能

唾液緩衝能の両群の平均値は、以下の通りであった。すなわち、疲労群の安静座位では pH5.54 ± 0.35, HDT では pH5.26 ± 0.23 であった。一方、健康群では安静座位では pH5.29 ± 0.39, HDT では pH5.25 ± 0.43 であった。

2 要因の分散分析の結果、2 要因の交互作用が有意であった { $F(1,22)=6.06, p<.05$ }。そこで、CFSI 要因の単純主効果の検定をおこなったところ、疲労群では HDT では安静座位よりも有意に低値を示した { $F(1,22)=16.33, p<.01$ } (Figure.4-4-19)。また、姿勢要因の主効果に有意が認められ、安静座位では HDT 時よりも唾液緩衝能が高値を示すことが明らかとなった { $F(1, 22) = 10.58, p<.01$ }。

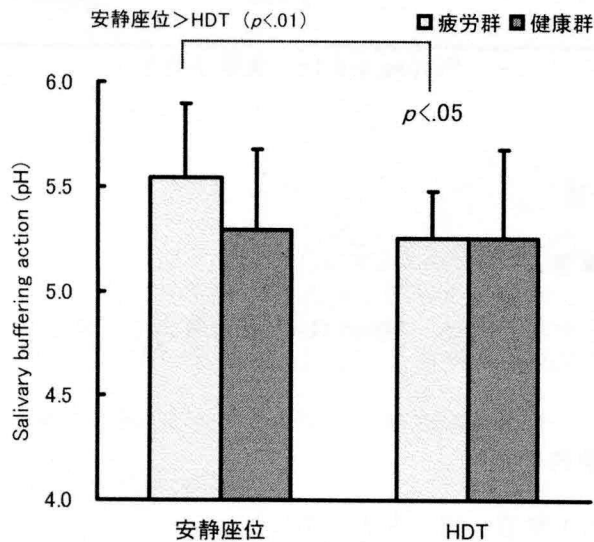


Figure.4-4-19 7°HDT による唾液緩衝能の変化

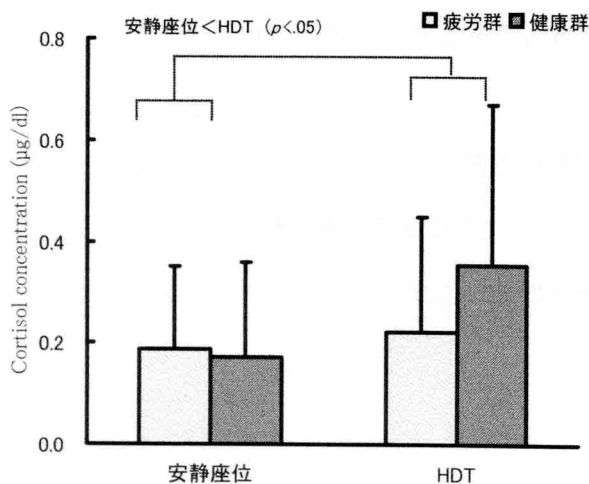


Figure.4-4-20 7°HDT が唾液中コルチゾール濃度におよぼす影響

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の疲労群の平均値は、安静座位は $0.19 \pm 0.16 \mu\text{l/dl}$ 、HDT は $0.22 \pm 0.23 \mu\text{l/dl}$ であった。健康群の平均濃度は、安静座位は $0.17 \pm 0.19 \mu\text{l/dl}$ 、HDT は $0.36 \pm 0.32 \mu\text{l/dl}$ であった。

分散分析の結果、姿勢要因の主効果が有意であった $\{F(1,22)=5.53, p<.05\}$ 。すなわち、HDT 時の方が、安静座位よりも唾液コルチゾール濃度は、明らかな高値を示した (Figure.4-4-20)。

3.3 唾液中 MHPG 濃度

唾液中 MHPG 濃度の疲労群の平均値は、安静座位は $9.07 \pm 3.70 \text{ ng/ml}$ 、HDT は $12.76 \pm 3.92 \text{ ng/ml}$ であった。健康群の平均濃度は、安静座位は $8.00 \pm 4.01 \text{ ng/ml}$ 、HDT は $9.50 \pm 2.97 \text{ ng/ml}$ であった。

分散分析の結果、体位要因に主効果が認められた $\{F(1,14)=9.09, p<.01\}$ 。すなわち、安静座位よりも HDT の方が MHPG 濃度が有意に高値であることが明らかとなった。 (Figure.4-4-21)

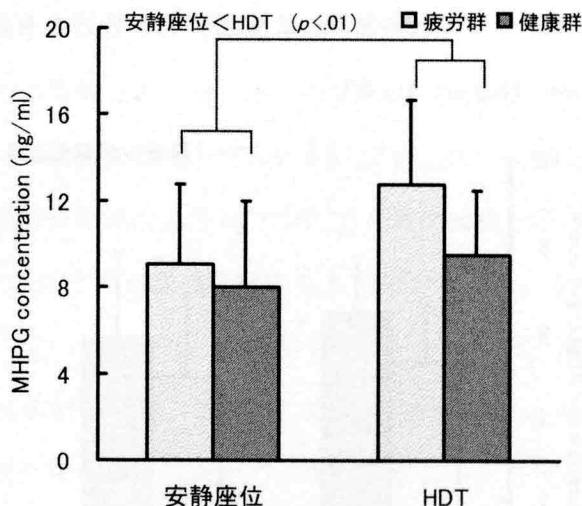


Figure.4-4-21 唾液中 MHPG 濃度の群間比較

3.4 唾液中 HVA 濃度

唾液中 HVA 濃度の疲労群の平均値は、安静座位は $6.42 \pm 3.58 \text{ ng/ml}$ 、HDT は $9.19 \pm 4.63 \text{ ng/ml}$ であった。健康群の平均濃度は、安静座位は $5.85 \pm 4.73 \text{ ng/ml}$ 、HDT は $7.85 \pm 4.47 \text{ ng/ml}$ であった。

分散分析の結果，交互作用，主効果共に有意ではなかった { $F(1,14)=0.11, ns$ } (Figure.4-4-22)

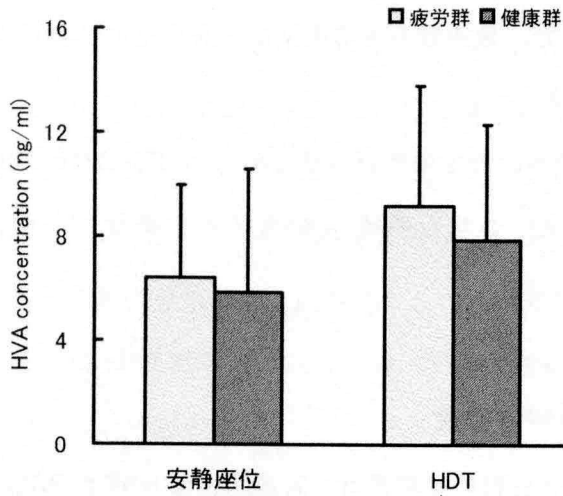


Figure.4-4-22 唾液中 HVA 濃度の両群の平均

3.5 気分評定

快適感の平均値は，疲労群の安静座位は 5.22 ± 1.40 点，HDT は 4.99 ± 1.91 点，健康群の安静座位は 6.40 ± 1.31 点，HDT は 5.80 ± 1.97 点であった。

快適感に関する 2 要因分散分析の結果，2 要因の交互作用も有意な効果も認められなかった { $F(1,22)=0.10, ns$ } (Figure.4-4-23)。

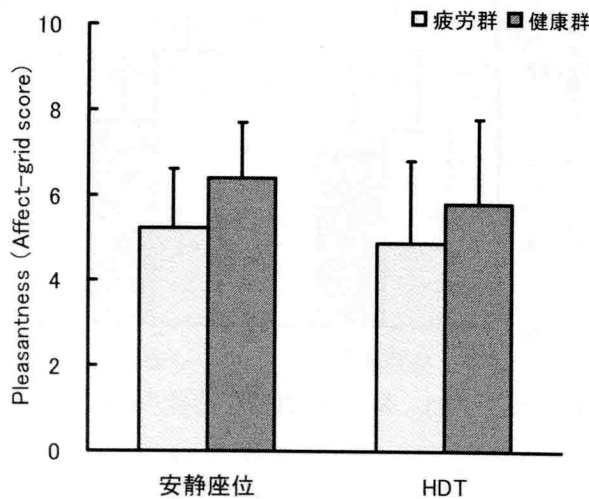


Figure.4-4-23 7°HDT が快適感におよぼす影響

覚醒感では，疲労群の平均値は安静座位は 5.67 ± 1.56 点，HDT は 5.44 ± 2.06 点であった。健康群の覚醒感の平均値は，安静座位は 6.53 ± 1.02 点，HDT は 6.60 ± 1.54 点で

あった。

覚醒感の分散分析の結果、2 要因の交互作用も有意な効果も認められなかった ($F(1,22) = 0.10, ns$) (Figure.4-4-24)。

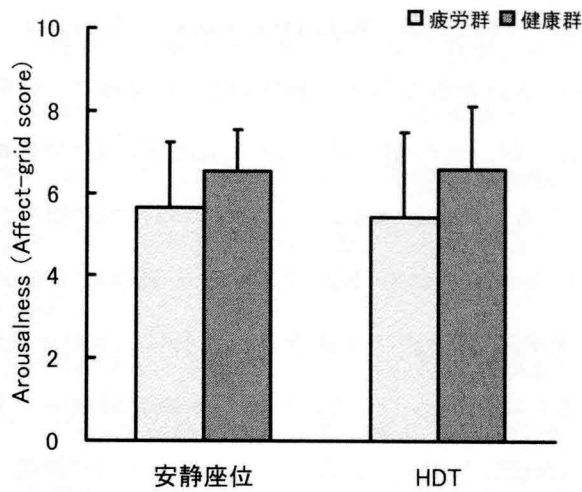


Figure.4-4-24 7°HDT が覚醒感におよぼす影響

4. 考察

本節では、無自覚なストレスラーである HDT を用いて、慢性ストレス状態を検出し得る指標を検討するために実験をおこなった。その結果、快適感や覚醒感の気分には変化は認められなかったが、唾液緩衝能では交互作用が認められ、安静座位よりも HDT で低下を示すと共に、疲労群は安静座位よりも HDT で有意に低値を示した。唾液中コルチゾール濃度では、両群共に HDT 時に安静座位よりも高値を示した。また、MHPG 濃度でも両群共に HDT で上昇した。すなわち、唾液中コルチゾール濃度、MHPG 濃度および HVA 濃度によるストレス反応指標では、HDT による急性的なストレス状態を検出した。しかしながら、唾液緩衝能では HDT において、慢性的なストレス状態の違いに反応をしたと考えられる。

HDT では、筋肉活動はおこなわれないが重力変化の物理的变化が体内で直ちに生じ、体液の受動的移動によって血液分布が変化する。この変化がストレスラーとなって神経系および体液性の調節が始まることがわかっている(清水, 2000)。すなわち、体液の頭方移動によって、視床下部を介して抗利尿ホルモンの分泌抑制と心房筋の心房性ナトリウム利尿ペプチドの分泌を促進すると考えられる。実際に、先行研究では、HDT などの微小

重力状態では、下半身血液の胸腔内移動が起こることから、容量受容器および圧受容器領域の血管壁は伸展され、容量受容器反射、圧受容器反射を介して、腎交感神経活動が抑制され、Na利尿が起こることなどが報告されている (Morita, Tanaka, Tsuchiya, Miyahara, & Fujiki, 2001. ; Morita, Tsuchiya, Miyahara, Tanaka, & Fujiki, 2001.)。

腎臓では、原尿中から Na^+ を取り込み (再吸収し)、交換に H^+ を排泄させる (近位尿細管, Henle 係蹄上行脚) が、この H^+ の排泄は、主に Na^+/H^+ 交換輸送体によっておこなわれることが知られている (Figure.4-4-25)。すなわち、 Na^+/H^+ 交換輸送体で、 H^+ が排泄され、交換に細胞中に再吸収される Na^+ は、 $\text{Na}^+ - \text{HCO}_3^-$ 共輸送系で、血液中に取り込まれる。そのため、尿中に H^+ が1ヶ排泄される毎に、 Na^+ と HCO_3^- が1ヶずつ取り込まれる (再吸収される) のである。したがって、尿細管細胞中の Na^+ が減少すると、 Na^+ / H^+ 交換輸送体 (NHE) の作用が減弱し、原尿中への H^+ 排泄が低下することが知られている。

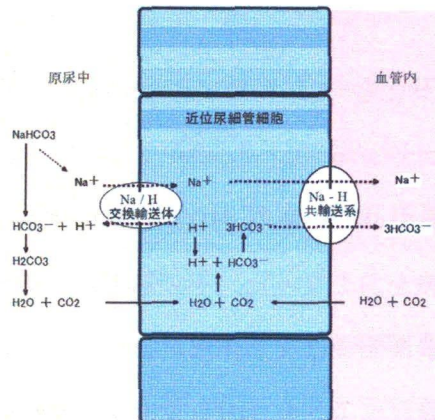


Figure.4-4-25 腎臓における不揮発性酸の排出と再吸収

これらを鑑みると、HDTが重炭酸緩衝系におよぼす影響は、 $\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2$ の方向に作用する変化であることが推測される。

第5節 本章の総合考察

1. 7°ヘッドダウンチルト法 (7° Head-down tilt bed rest)

本研究では、微小重力の地上模擬実験である7° Head-down tilt (HDT) が、無自覚な急性的なストレスナーになり得るかを最初に検討した。その結果、座位から HDT への体位変換によって、快適感や覚醒感の気分に変化はなかったにも拘わらず、コルチゾール濃度の上昇や交感神経優位側へのシフトおよび、心臓迷走神経活動抑制が起きていた可能性が示された。すなわち、急性的なヘッドダウンは、あまり意識に上らないが身体には負荷がかかっていることが示された。

しかしながら、自律神経機能は、座位から仰臥への体位変換をただけで変動することが知られており、HDT の特殊性を検討する必要が生じた。そのため、座位からの7° HDT と水平仰臥位への体位変換を比較することで、HDT がおよぼす影響を検討した。その結果、HDT では、実際の角度よりも頭が下がっているように主観的には感じていたが、気分評定にはその負荷が反映されておらず、特殊な感覚を生じさせることが示された。また、自律神経系の指標である MHPG 濃度と HVA 濃度では、座位から仰臥への体位変換によって上昇することが示され、仰臥するだけで心臓交感神経の活動が変動するとした先行研究を支持した (佐竹・初山・上村, 1998)。覚醒感に関しても角度に拘わらず仰臥にあることで低下することが示された。しかし、HPA 系のストレス指標であるコルチゾール濃度では、座位から HDT への体位変換時のみに上昇が認められた。したがって、7° HDT は、非日常的な感覚をもたらすと共に、体性感覚ではストレスナーとして受け止められていることが明らかとなった。すなわち、7° HDT は、無自覚な急性的なストレスナーとなり得ることが示された。

2. 慢性ストレス状態と無自覚な急性ストレスナー

2.1 7° HDT と慢性ストレス状態

7° HDT は、体軸方向での重力の影響を受けて身体的にはストレスナーとなるにも拘わらず、ストレスナーとしては無自覚であることが示された。したがって、本研究においては、慢性ストレス状態の違いが、HDT によってもたらされたストレス反応に影響をおよぼすかを検討した。その結果、唾液中コルチゾール濃度、MHPG 濃度および HVA 濃度に

よる HPA 系および自律神経系のストレス反応指標では、HDT による急性的なストレス状態を検出した。しかしながら、唾液緩衝能では HDT において、慢性的なストレス状態の違いで有意な差が認められた。すなわち、唾液緩衝能は、急性ストレッサーではなく慢性ストレス状態に反応をしたと考えられる。

2.2 HDTと唾液緩衝能

2.2.1 HDTによる影響

本研究において、疲労群の唾液緩衝能は、座位安静時には健康群よりも高値の傾向を示していたが、HDT への体位変換で有意に低下を示した。統計的解析では、HDT への体位変換で低下を示したが、両群の唾液緩衝能の平均値を観察すれば、安静時における疲労群の高値が影響をしていることが伺われる (Figure5-4-2)。すなわち、HDT による急性ストレッサー場面では、健康群はほとんど変化を示さなかったが、疲労群では低下を示したと考えられる。

2.2.2 慢性ストレス状態と唾液緩衝能

本章における実験参加者は、第3章における実験参加者と同じ母集団から選別された人たちであった。したがって、前章で検討をした通り、本章の慢性ストレス状態にある実験参加者は、肺の機能亢進型のストレス状態であると考えられる。

そこで、機能亢進型の慢性ストレス状態とストレッサー・タイプについて考えていきたい。本研究においては、HDT によって健康群では変化を示さず、疲労群では低下を示した。この結果と、ストレッサー・タイプごとの唾液緩衝能の変化についての考察とを照らし合わせた。その結果、Table.4-5-3 に示したように、血漿中の H^+ 濃度増加型 (代謝性アシドーシス型) のストレッサー・タイプにおける唾液緩衝能の変化の方向と一致していると思われる。

本章の第4節において、HDT と重炭酸緩衝系に関しては、HDT による急性的なストレッサーがおよぼす影響として、 $H^+ \rightarrow CO_2$ の方向に作用する変化であることが考えられた。これは、ストレッサー・タイプごとの変化表からの考察とも一致している。したがって、急性的な HDT は、 H^+ 濃度増加型 (代謝性アシドーシス型) のストレッサーであると考えられる。

Table.4-5-3 正常状態と機能亢進型の慢性ストレス状態における唾液緩衝能の変化表

ストレスサ-タイプ	HCO ₃ ⁻ 増加タイプ		H ⁺ 増加タイプ		CO ₂ 増加タイプ		H ⁺ 減少タイプ		CO ₂ 減少タイプ	
	代謝型アシドーシス型		代謝型アシドーシス型		呼吸性アシドーシス型		代謝性アルカローシス型		呼吸性アルカローシス型	
	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能
正常	HCO ₃ ⁻ ↑↑	↑	↓↓↓	→	↑↑↑	→	↑↑↑	→	↓↓↓	↗
	CO ₂ ↓		↓↓↓		↑↑↑		↑↑↑		↓↓↓ (↓)	
肺機能亢進型	HCO ₃ ⁻ ↑↑	↑	↓↓↓	↓	↑↑↑	↑	↑↑↑	→	↓↓↓	↘
	CO ₂ ↓		↓		↑↑	↑	↓↓		↓↓↓ (↓)	

3. ストレスの自覚とストレス状態

3.1 ストレスの4つの次元とHDT

序章で述べたように、本研究の目的のひとつは、ストレスの自覚と身体症状（Figure 4-1-1）のモデル図で示すところのDの次元、すなわち、ストレスによる身体変化は高いにも拘わらず、ストレスの自覚が低いタイプを検出する方法を検討することである。

HDTは、身体的な急性ストレスサ-でありながら、その負荷を意識しにくい刺激であると考えられる。しかしながら、本研究においては、唾液中コルチゾール濃度、MHPG濃度およびHVA濃度、心電図から得られた自律神経応答や心拍などの生理・生化学的指標では、HDTによるストレス反応が検出されており、これらのストレス関連測度の客観的な指標としての信頼性が示されたと考えられる。

3.1.1 HDTの唾液緩衝能

Table.4-5-4に、本章における実験の結果から、ストレス測度の反応性を示した。

Table.4-5-4 身体変化によるストレス測度の反応

身体変化	ストレス反応		
	HPA系	自律神経系	唾液緩衝能
急性的	○	○	○
慢性的	×	×	○

HPA系のストレス指標も自律神経系のストレス指標も、HDTによるストレス状態を検出した。これは、急性的な身体変化に敏感に反応したことを示している。しかしながら、これらの指標は、蓄積的な疲労による慢性ストレス状態の違いを検出するには至らなかった。また、唾液緩衝能では、HPA系や自律神経系のストレス測度と同様にHDTへの姿

【第4章】

勢変化に効果が認められた。さらに、疲労感による慢性ストレス状態の違いにも反応を示した。これらのことから、唾液緩衝能は、例え本人が自覚していなくとも急性的なストレスのみならず、蓄積的な疲労による体内平衡変化を検出し得る指標であることが示された。このことから、唾液緩衝能には、Dの次元を識別する可能性があることを示していると考えることができる。

第5章 ストレスの自覚的軽減と唾液緩衝能

第1節 はじめに

1. ストレス状態の自覚とストレスマネジメント

HDT を用いた実験において、ストレス生理指標は、自覚されていないストレス条件においてもストレス反応を検出する可能性が示された。また、唾液緩衝能には、自覚されないストレス条件においても慢性ストレス状態を識別できる可能性が考えられた。

慢性ストレスに関して考えるとき、ストレスの受け取りの個人差を無視することはできない。何かしらの理由でストレス感を我慢しているタイプの人も存在する可能性がある。このタイプは、ストレス感を質問紙などには表現しないが、少なからず自覚があると考えられる。したがって、我慢をせざるを得ない原因に気づき、改善することでストレス状態を自覚することが可能であるであろう。

しかしながら、ストレス感を表現しない人の多くは、「不満や怒りを感じないから不快ストレスはない」という人だという。その中には本当にストレス耐性が高く、ほとんどの刺激を快ストレスとして受け止めている人も確かにいるが、その一方で、自覚されない慢性ストレスのために生き生きとした感情の起伏が弱くなっている場合もある（柏瀬，2001）。心身症や機能的な身体疾患では、感情や身体感覚の気づきの低下が病態に関わっているとされている（神原・伴・福永・中井，2008）。また、精神的自覚症状とストレス関連疾患には、その発生に関連が認められているものが多い。しかしながら、うつ病あるいは、うつ状態の発生者のうち約6割以上が精神的自覚症状が無かったことが報告されている（林・赤羽・青木・平村・指原，2005）。

このように、ストレスの自覚がなく、ストレスに気づけないタイプは、病態のために気づきの低下が起こっている状態と、ストレス状態にありながらストレスは解消されていると感じている状態があると思われる。すなわち、大美賀（2007）が「これくらい気力で吹き飛ばせる、と思っている人が病気の入り口にいたりする」と表現している状態である。これもやはり、ストレス状態の気づきが低下している状態である。

これらのことより、身体症状は高い状態にありながらストレス感の訴えの低い状態である Figure5-1-1 の D 次元に位置する人々は、自分で感じる身体感覚と身体症状（身体の状態）が乖離している状態であると言えるであろう。

身体の状態(客観的評価)と、自分で感じる身体感覚(主観的感覚)を一致させて両者の乖離に気づくことで、それを手掛として身体感覚の気づきが高まる(神原・伴・福永・中井, 2008)。この気づきの過程の中で、脳幹や大脳辺縁系と大脳新皮質の機能的乖離が改善し、伝達機能が回復すると考えられている。すなわち、身体感覚の気づきが高まることで、感情の気づきにもつながるのである。このことが、“心身相関の気づきにもつながっていく”と神原・伴・福永ら(2008)は考えている。これらの先行研究は、ストレスマネジメントには、ストレス状態への気づきが重要であり、さらには、身体状態の自覚と身体症状の乖離している状態への気づきも重要なことであることを示唆している。

ストレス感の自覚とストレスマネジメントを考えると、ストレッサー場面において、本人は楽しさや気分高揚によってストレスが軽減されたと思っていても、身体的には負荷がかかっている可能性を見過ごしてはならない。すなわち、本来の身体状況を把握することなく、気分や高揚感のみでストレス状態を判断してストレス場면을放置することで、重篤なストレス状態となってしまう可能性は否定できない。したがって、その場の気分や感情のみならず、身体的なストレス状態のモニタリングをすることが大切であると考えられる。

2. ソーシャルサポートについて

2.1 ソーシャルサポートの定義

ソーシャルサポートとは、社会的関係において精神的・身体的健康を高めると考えられる特徴や機能、あるいは、社会的ネットワークを通して得られる心理的・物理的資源を意味する多面的な構成概念である(Rodríguez & Cohen, 1998)。先行研究から、サポートと精神的・身体的健康との間に密接な関係があることが明らかとなっている(Berkman & Glass, 2000; Cohen, 2004; Cohen, Underwood, & Gottlieb, 2000)。しかしながら、「ソーシャルサポート」の構成概念は多様であるため、明確に定義するのは困難であるとされている。

2.2 ソーシャルサポートの分類

ソーシャルサポートは、構造的サポート(structural support)と機能的サポート

(functional support) に大別されるとされている (Strobe & Strobe, 1996; Wills & Filer, 2001)。前者は、個人が関与している社会的関係の広さや社会的集団との結びつきなどの要素から研究されている。

構造的サポートにおける研究では、社会的集団の広い個人は、心臓血管系・免疫系・内分泌系の生理機能が良好である (Uchino, Capioppo & Kiecolt-Glaser, 1996), 風邪を引きにくい (Cohen, Underwood & Gottlieb, 1997), 抑うつ状態に陥りにくい (Cohen & Wills, 1985; Barnett & Gotlib, 1988), 高齢者の認知機能の低下や痴呆が起こりにくい (Bassuk, Glass & Berkman, 1999; Fratiglioli, Wang, Ericsson, Maytan & Winblad, 2000) などが報告されている。一方、後者は、社会的関係の中で他者から個人が受けた支援の内容に焦点が当てられて研究がされている。

2.2.1 機能的サポート

機能的サポートについては、さまざまな分類が知られているが、道具的サポートと情緒的サポートに大別される。道具的サポートには、情動的サポートと道具的サポートが含まれる。また、情緒的サポートには、情動的サポートと評価的サポートが含まれる、とされている (House, 1981)。すなわち、道具的サポートは、施設や情報の提供、方略の具体的な指示などを指す。また、情緒的サポートは、話を聞くことや勇気づけ、同情、共感などのような情緒面への働きかけを言う。

機能的サポートのストレス反応に関する研究では、Cohen と Wills (1985) が知られている。彼らの研究により、機能的サポートは身体症状や抑うつなどの精神症状を緩和することが示唆されている。

2.3 ソーシャルサポートとストレス対処

ストレス対処方法とソーシャルサポートについては、Shimazu, Shimazu and Odahara (2004, 2005) が、積極的なコーピングを多くおこなうほど心理的ストレス反応が軽減し、さらに、同僚サポートの多いほどストレス反応の低減効果が促進されることを示唆している。この他、ソーシャルサポートの“主たる効果”は、生活体が直面しているストレス場面にポジティブな影響を与えることであると Cohen and Wills (1985) は述べている。

3. 本章の目的

本研究では、前章の HDT を用いた実験において、唾液緩衝能に、ストレッサーが自覚されない状況においても慢性ストレスのような身体状態を検出する指標となり得る可能性が示された。このことは、唾液緩衝能は、Figure4-1-1 の D の次元を識別する上で重要なストレス測度である可能性があること示している。しかしながら、D 次元には、病態のために気づきの低下が起こっている状態と、ストレス状態にありながらストレスは解消されていると感じている状態があると思われる。すなわち、ストレッサーを受けながらも、楽しいと感じるなど、気分の高揚によりストレスは軽減されたと感じている状態である。本章では、この状態におけるストレス反応の検出に関して検討をおこなうことを目的に、実験をおこなう。

また、これまで述べてきたように、既存の代表的なストレス測度であるコルチゾールは、以前から、気分や感情に影響を受けやすいことが指摘されている(加藤・伊藤・永・清水, 2006)。下のグラフ (Figure.5-1-1) は、本研究の予備実験の結果から得た快適感得点とコルチゾール濃度の散布図である。

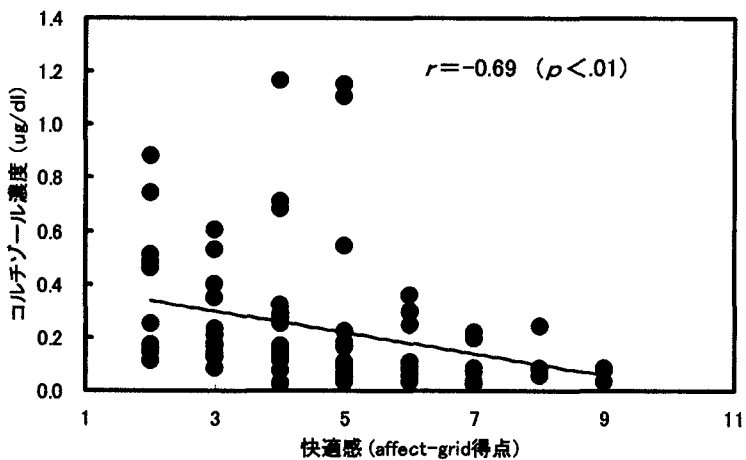


Figure.5-1-1 快適感とコルチゾール濃度の散布図

気分得点とコルチゾール濃度について、Pearson の相関係数を算出し、無相関検定をおこなった。その結果、快適感とコルチゾール濃度との間に負の相関が認められた ($r = -0.69$, $p < .01$)。すなわち、コルチゾールは、ストレス測度として非常に優れているが、不快感などの気分と関連することが指摘される。このことは、コルチゾールだけでは、個人のストレッサー感受性によっては、ストレス状態を検出できない可能性を示している。

一方、唾液緩衝能においては、気分得点との間に有意な相関は認められなかった (Figure.5-1-2)。

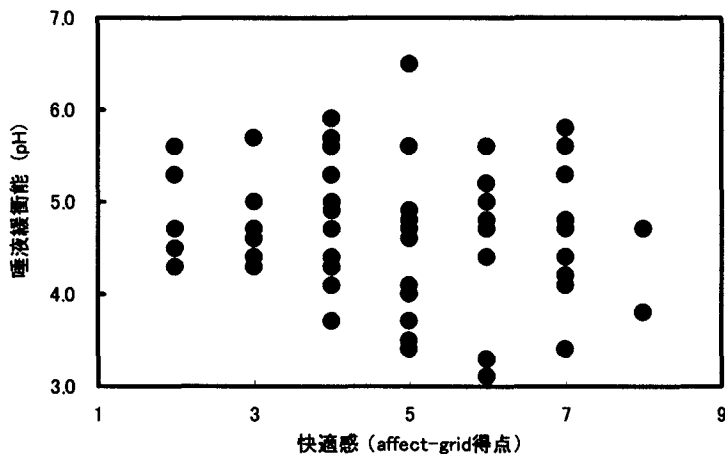


Figure.5-1-2 快感と唾液緩衝能の相関図

そこで、前章に引き続き、唾液緩衝能がストレス感や気分に影響されずに慢性ストレス状態を検出する可能性についての検討をおこなう。

本章では、情緒的なサポート行動によってストレス感が軽減されるとの指摘に着目をした。特に他者からの情緒的な支援による自覚的なストレスの軽減効果に関して検討をおこなうことで、ストレス場面に直面していながらストレスは解消されていると感じている状態の模擬実験をおこなう。くわえて、情緒的なサポートによる気分の高揚など影響についても検討をする。また、先行研究では、ソーシャルサポートによって身体症状や精神症状を緩和することが示唆されている。しかし、これらの先行研究結果は質問紙によるものが殆どである。そこで、まず始めに、情緒的支援行動が、客観的指標においてもストレス軽減を示すかを検証した。その後、他者からの情緒的支援によってストレスの自覚的軽減状態を統制した実験をおこなう。この実験を通じて、唾液緩衝能が、ストレスは解消されていると感じるなど気分とは関係なく身体変化を識別する指標となり得るかを検討する。

第2節 情緒的支援行動が運動者におよぼす影響

1. 問題と目的

「ソーシャルサポート」あるいは「社会的支援」と呼ばれる日常的な対人関係のあり方が、人々の心身の健康と密接に関係していることが、多くのストレス研究によって明らかになってきている。

ソーシャルサポートには、大別して道具的サポートと情緒的サポートに分けられることは前節で述べた。すなわち、道具的サポートは、施設や情報の提供、方略の具体的な指示などを指す。また、情緒的サポートは、話を聞くことや勇気づけ、同情、共感などのような情緒面への働きかけを言う。これら、機能的サポートは、社会的関係の中で他者から個人が受けた支援の内容に焦点が当てられてた調査研究が主流であるので、被支援者の受け取り以外の影響、効果についての研究は数少ない。

そこで本実験では、ソーシャルサポートのひとつである他者からの情緒的支援を用いて実験をおこなった。すなわち、身体的ストレス場面である踏み台昇降運動課題中に情緒的サポート場面を設け、情緒的サポートにストレス軽減効果があるかを検討することを目的とした。

2. 方法

2.1 実験参加者

健康な大学生 88 名（女性 57 名，男子 31 名。平均年齢 21.4 ± 0.7 歳）が本実験に参加した。参加者は、全員が同大学の同学年であり、講義や実習を通じて顔見知り同士であった。

実験参加者に、2 人一組になってもらった後、無作為に 2 群にわけた。2 つの群を運動する人とそれをサポートする人の組を「支援群」。運動する人とそれを静観する人の組を「対照群」と定義した。

支援群の運動者は 22 名（女性 8 名，男子 14 名。平均年齢 21.5 ± 0.8 歳）であり、対照群の運動者は（女性 10 名，男子 12 名。平均年齢 21.4 ± 0.4 歳）であった。

2.2 手続き

支援群と対照群の2群に分かれた実験参加者は、15分間の座位安静後、運動者は唾液採取と気分評定をおこなった。その後、両群の運動者は3分間の踏み台昇降運動をおこなった。このとき、支援群では、運動者はサポーターである相方から、質問紙、筆記用具などの受け渡しや唾液採取時の補助を受けると共に、励ましなどの声かけと、踏み台昇降運動に合わせてのカウントを一緒におこなうなどの情緒的支援を受けた。一方、対照群では、運動者は相方から、質問紙、筆記用具および唾液採取容器の受け渡しなど、無言での補助を受けるのに留まり、運動中は傍らで観察をされた。運動終了後、運動者は再び唾液採取と気分評定をおこない、実験を終了した (Figure.5-2-1)。

尚、両群の実験は、それぞれ別の日の同じ時間帯に、同じ体育館内の同じ場所にて実施した。このとき、室温および湿度もほぼ同じ条件とした。

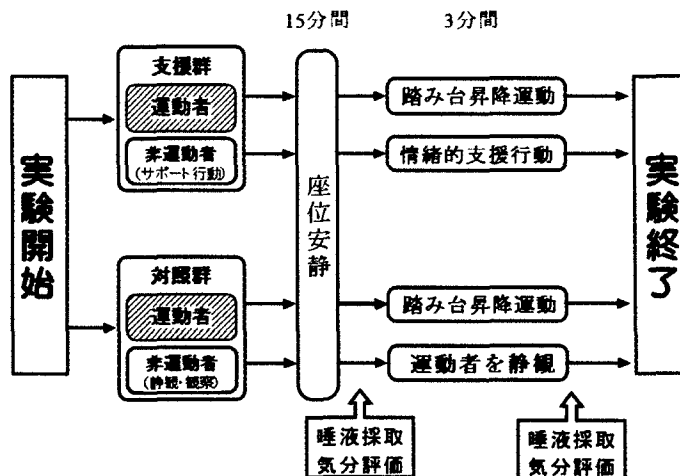


Figure.5-2-1 実験手続き

2.3 測定方法

2.3.1 気分評定

気分は、日本版 POMS (Profile of Mood States) を用いて、6つの気分因子について、参加者がおかれた状況により変化する一時的な気分・気分の状態を5件法で評定し、標準化得点 (T得点) を算出して評価した。測定は、第2章第2節に準じておこなわれた。

2.3.2 唾液採取方法および、唾液測定法

唾液採取は第1章の第2節の方法に準じてサリベッティーにておこない、得られた採取唾液からは唾液中コルチゾール濃度とクロモグラニン A 濃度を測定した。唾液中コル

チゾール濃度は、第2章第2節に準じてEIA法にて測定・定量をした。また、クロモグラニンA濃度は、YK070ヒト・クロモグラニンA EIAキット(YANAIHARA製、日本)により、Multiskan JX検出器を用いて波長492 nmで測定、定量された。

2.4 統計的解析方法

気分評定では、POMSの6つの因子それぞれの得点に関して、唾液試料から得られた測度については濃度に関して、それぞれ、支援要因(支援群・対照群)と運動要因(運動前・運動後)の2要因2水準の混合分散分析をおこなった。

尚、唾液量が測定可能量に満たなかった1名(対照群)を唾液試料の検定から除外した。

3. 結果

3.1 気分評定

POMSによる気分評定の各因子の平均得点は、以下の通りであった。すなわち、TA因子の支援群の運動前は 49.32 ± 10.56 点、運動後は 43.00 ± 9.78 点であり、対照群の運動前は 55.15 ± 5.17 点、運動後は 44.23 ± 6.20 点であった。D因子では、支援群の運動前は 60.77 ± 12.2 点、運動後は 51.00 ± 10.36 点であり、対照群の運動前は 48.41 ± 6.86 点、運動後は 44.23 ± 6.06 点であった。AH因子は、支援群の運動前は 48.86 ± 12.71 点、運動後は 41.64 点であり、対照群の運動前は 51.82 ± 5.62 点、運動後は 45.05 ± 7.21 点であった。V因子では、支援群の運動前は 54.00 ± 7.85 点、運動後は 55.95 ± 10.45 点であり、対照群の運動前は 48.95 ± 10.20 点、運動後は 48.36 ± 8.31 点であった。F因子では、支援群の運動前は 55.36 ± 10.46 点、運動後は 49.50 ± 11.72 点であり、対照群の運動前は 46.45 ± 9.78 点、運動後は 46.95 ± 8.68 点であった。また、C因子では、支援群の運動前は 55.50 ± 7.52 点、運動後は 47.95 ± 8.37 点であり、対照群の運動前は 48.95 ± 6.01 点、運動後は 46.59 ± 8.47 点であった。

TA因子に関する分散分析の結果、支援要因と運動要因の交互作用が有意であった{ $F(1,42)=5.23, p<.05$ }。そこで、支援要因の水準における運動の単純主効果検定をおこなった結果、支援群に有意が認められた{ $F(1,42)=20.69, p<.01$ }。すなわち、支援群では、

運動前よりも運動後に有意に緊張・不安得点が低下したことが明らかとなった。運動前における支援の効果に関しては、単純主効果が有意であり $\{F(1,42)=17.11, p<.01\}$ 、運動後における支援の効果も有意であった $\{F(1,42)=6.06, p<.05\}$ 。また、支援要因の主効果にも有意が認められた $\{F(1,42)=12.41, p<.01\}$ 。運動要因の主効果も有意であった $\{F(1,42)=17.19, p<.01\}$ (Figure.5-2-2)。

D 因子に関する分散分析の結果、支援要因と運動要因の交互作用が有意であった $\{F(1,42)=5.29, p<.05\}$ 。そこで、支援要因の水準における運動の単純主効果検定をおこなった結果、支援群に有意が認められた $\{F(1,42)=32.31, p<.01\}$ 。また、対照群でも運動の単純主効果の有意が認められた $\{F(1,42)=5.92, p<.05\}$ 。すなわち、支援群、対照群共に、運動前よりも運動後に有意に抑うつ・落ち込み得点が低下したことが明らかとなった。運動前における支援の効果に関しては、単純主効果が有意であり $\{F(1,42)=16.22, p<.01\}$ 、運動後における支援の効果も有意であった $\{F(1,42)=6.69, p<.01\}$ 。また、支援要因の主効果にも有意が認められた $\{F(1,42)=13.73, p<.01\}$ 。運動要因の主効果も有意であった $\{F(1,42)=32.94, p<.01\}$ (Figure.5-2-3)。

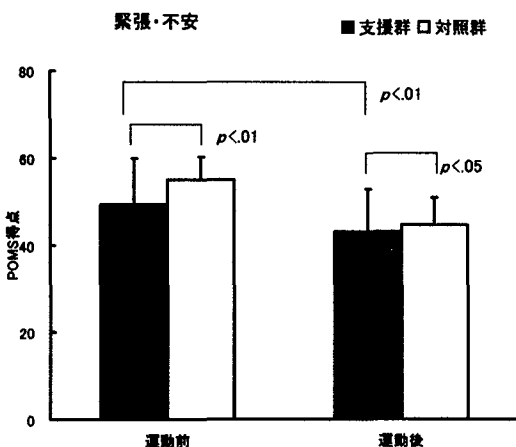


Figure.5-2-2 TA 因子の POMS 得点の両群比較

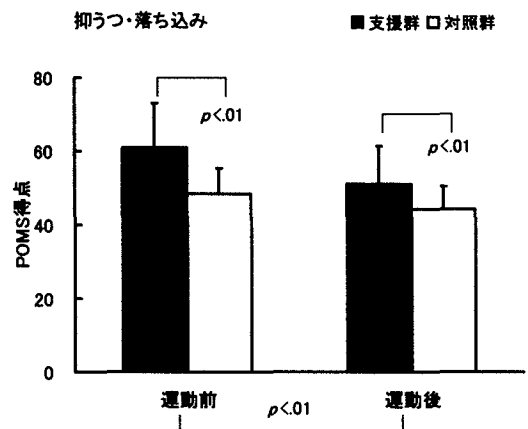


Figure.5-2-3 D 因子の POMS 得点の両群比較

AH 因子に関する分散分析の結果、支援要因の主効果の有意が認められた $\{F(1,42)=6.56, p<.05\}$ 。また、運動要因の主効果も有意であった $\{F(1,42)=9.76, p<.01\}$ 。すなわち、対照群の方が支援群よりも怒り・敵意得点が高い状態であり、運動後には両群共に得点が低下することが明らかとなった (Figure.5-2-4)。

V 因子に関する分散分析の結果、運動要因の主効果の有意が認められた $\{F(1,42)=19.62,$

$p<.01$ ）。すなわち、運動前意よりも運動後に明らかな活気得点の増加が認められた (Figure.5-2-5)。

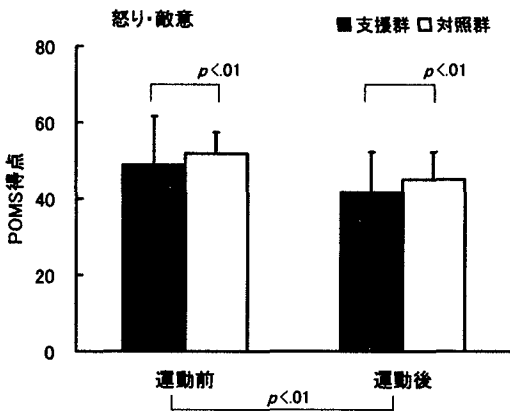


Figure.5-2-4 AH 因子の POMS 得点の両群比較

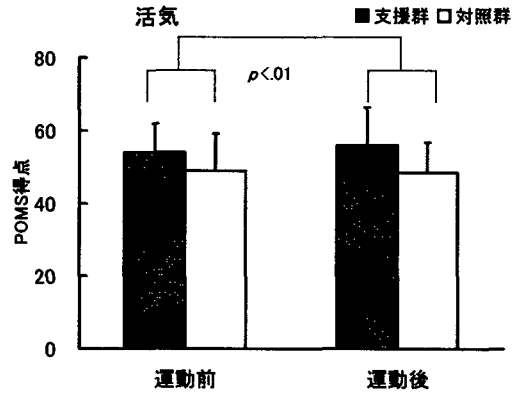


Figure.5-2-5 V 因子の POMS 得点の両群比較

F 因子に関する分散分析の結果、支援要因と運動要因の交互作用が有意であった ($F(1,42)=5.59, p<.05$)。そこで、支援要因の水準における運動の単純主効果検定をおこなった。その結果、支援群に運動の有意な効果が認められた ($F(1,42)=9.49, p<.01$)。すなわち、支援群では、運動前よりも運動後に疲労得点が有意に低下したことが明らかとなった。運動前における支援の効果に関しては、単純主効果が有意であった ($F(1,42)=6.13, p<.01$)。すなわち、運動前には、支援群の方が対照群よりも疲労得点が高かったことが明らかとなった (Figure.5-2-6)。

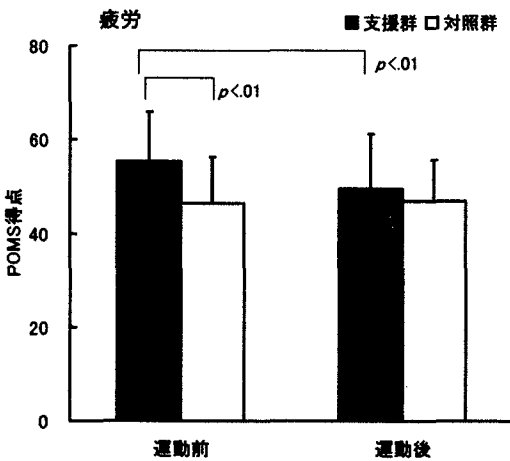


Figure.5-2-6 F 因子の POMS 得点の両群比較

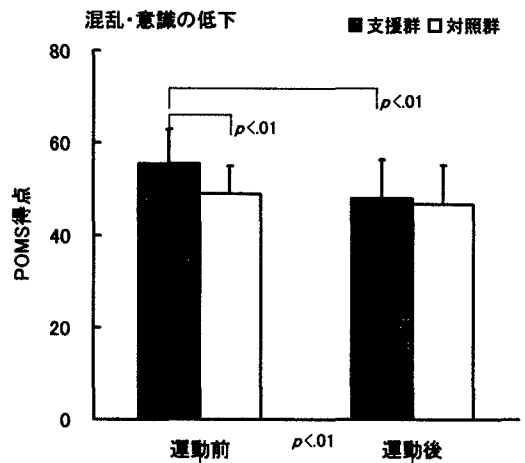


Figure.5-2-7 C 因子の POMS 得点の両群比較

C 因子に関する分散分析の結果、2つの要因の交互作用が有意であった ($F(1,42)=6.78$, $p<.05$)。そこで、支援における運動の単純主効果検定をおこなった。その結果、支援群に有意な運動の単純主効果が認められた ($F(1,42)=28.77$, $p<.01$)。すなわち、支援群では、運動前よりも運動後に混乱・思考力の低下得点が有意に低下したことが明らかとなった。運動前における支援の効果に関しては、単純主効果が有意であった ($F(1,42)=9.71$, $p<.01$)。また、運動要因の主効果も有意であった ($F(1,42)=24.81$, $p<.01$)。すなわち、運動後には運動前よりも両群共に混乱・思考力の低下得点が低下した。このとき、運動前には、支援群は対照群よりも混乱・思考力の低下得点が高かったが、運動後には有意に得点が低下し、運動によって低下した対照群の得点との差がなくなったことが明らかとなった (Figure.5-2-7)。

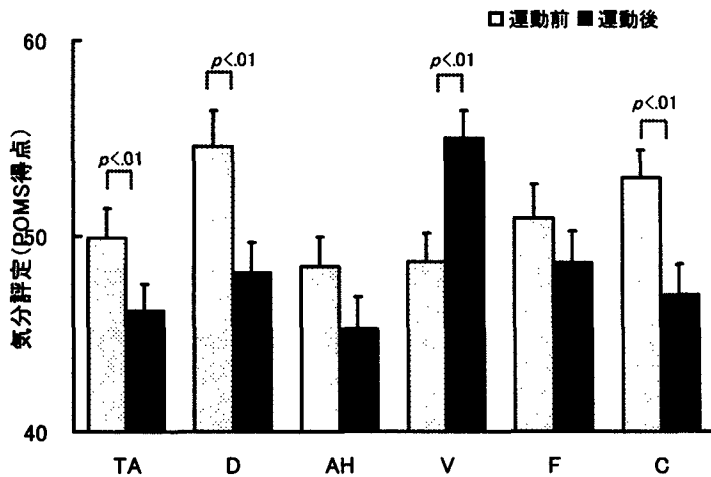


Figure.5-2-8 POMS 得点の各因子ごとの運動課題前後比較

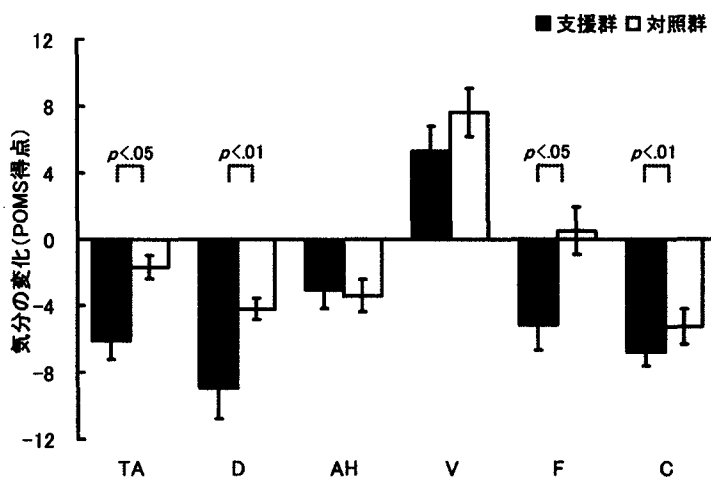


Figure.5-2-9 運動による気分変化の因子ごとの群間比較

また、Figure.5-2-8 に運動前後の気分の比較を、Figure.5-2-9 に運動後の気分変化に関する両群の比較を示した。運動前と運動後の気分得点に関して、 t 検定をおこなった。その結果、TA 因子得点 $\{t(43)=4.70, p<.001\}$ 、D 因子得点 $\{t(43)=2.83, p<.01\}$ および、C 因子得点 $\{t(43)=2.98, p<.01\}$ では有意差が認められ、運動前より運動後に得点が低下したことが明らかとなった。また、V 因子 $\{t(43)=3.26, p<.01\}$ では、運動後では運動前よりも有意な得点の上昇が認められた。また、運動後の気分変化に関する群間の比較の結果、TA 因子得点 $\{t(42)=2.03, p<.05\}$ 、D 因子得点 $\{t(42)=2.83, p<.01\}$ 、F 因子得点 $\{t(42)=1.96, p<.05\}$ および、C 因子得点 $\{t(42)=2.99, p<.01\}$ では有意差が認められ、支援群の方が対照群よりも運動後に得点が有意に低下し、気分が改善していたことが明らかとなった。

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の両群の平均値は、支援群の運動前は $0.26 \pm 0.26 \mu\text{l/dl}$ 、運動後は $0.22 \pm 0.26 \mu\text{l/dl}$ であり、対照群の運動前は $0.23 \pm 0.18 \mu\text{l/dl}$ 、運動後は $0.18 \pm 0.15 \mu\text{l/dl}$ であった。

コルチゾール濃度に関する分散分析の結果、運動要因の主効果の有意が認められた。すなわち、両群共に運動前より運動後にコルチゾール濃度が有意に低下したことが明らかとなった $\{F(1,41)=4.92, p<.05\}$ (Figure.5-2-10)。

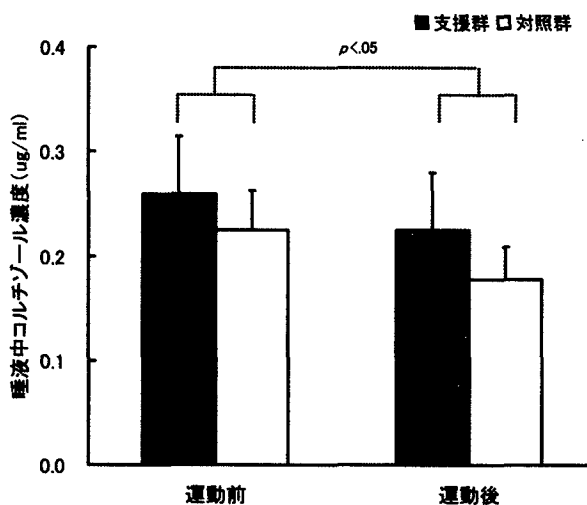


Figure.5-2-10 唾液中コルチゾール濃度の運動前後の群間比較

3.3 唾液クロモグラニン A 濃度

唾液クロモグラニン A 濃度の平均値は、支援群の運動前は 3.35 ± 3.22 pmol/ml、運動後は 3.41 ± 3.10 pmol/ml であり、対照群の運動前は 4.06 ± 6.40 pmol/ml、運動後は 4.10 ± 4.50 pmol/ml であった。

2 要因の分散分析の結果、交互作用、主効果ともに有意は認められなかった ($F(1,41) = 0.00, ns$) (Figure.5-2-11)。

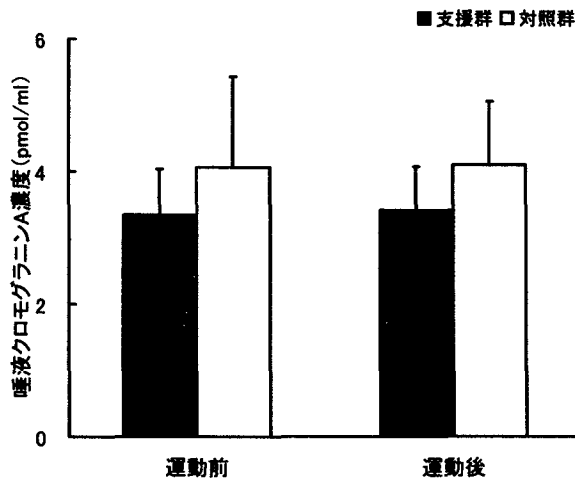


Figure.5-2-11 唾液クロモグラニン A 濃度の運動前後の群間比較

4. 考察

本実験では、情緒的な支援行動が、運動者に与える精神生理学的影響を実験的に検討した。

気分評定の結果では、6 つの気分因子全てで、運動の主効果が有意あるいは有意傾向が認められた。これは、踏み台昇降運動によって気分が改善されたことを示しており、軽度な運動によって気分が改善するとした、加藤ら (2007) の報告を支持する結果であった。また、TA 因子、D 因子、F 因子および C 因子において、支援群の方が対照群よりも運動後に有意な得点の低下が認められた。これらは、情緒的な支援行動を受けたことによって、緊張・不安や抑うつ・落ち込み気分、疲労感および、思考力の低下などの気分が改善されたためであったと考えられる。

唾液中コルチゾール濃度では、支援群、対照群共に運動前よりも運動後に明らかな濃度の低下が認められた。これは、踏み台昇降運動によってストレスが軽減されたためであると考えられる。

しかしながら、クロモグラニン A ，コルチゾール濃度共に、2 群間に有意な差は認められなかった。したがって、今回の実験においては、支援行動による明らかなストレス軽減効果は示されなかったと考えられる。

本実験において、心理指標と生理指標の結果が一致しなかった点については、「対照群」の設定の不十分さが指摘できる。本実験では、支援群・対照群共に運動者への質問紙や唾液採取器の受け渡しをする補助行動がおこなわれていた。これは、支援行動のひとつであるとも考えられる。また、本実験の実験参加者は、運動者と非運動者が同学年の顔見知りであり、授業や実習でいつも親しんでいる級友であったことが、もう一つの理由として考えられる。すなわち、静観者が運動者の観察をおこなうことが、本実験においては、運動者への「見守り」の支援行動となっていた可能性は否定できない。

したがって、今後は、より厳密に情緒的サポートを限定した統制をする実験をおこなう必要があると考えられる。

しかしながら、本研究の結果から、運動という急性のストレッサー場面における情緒的サポートは、運動者（被援助者）に運動後の気分の改善をもたらし、ストレスを軽減させることが示された。

第3節 情緒的支援がおよぼすストレス軽減効果

1. 問題と目的

日常生活において、他者から勇気づけや同情などの情緒面への働きかけを受けるなどの支援を受けることで、身体症状や抑うつなどの精神症状を緩和することが知られていることは既に述べた (Cohen & Wills, 1985)。また、前節において、軽度な運動場面における他者からの情緒的サポートは、被援助者に運動後の爽快感および気分の改善を与えることが明らかとなった。しかしながら、前節の実験では、情緒的サポートの設定の不備などが指摘された。そこで本実験では、情緒的サポート行動をより厳密化させ、踏み台昇降運動場面において、運動者が他者から情緒的サポートを受ける場合と、他者からサポートを受けない場合を同一参加者内で比較することで、軽度な運動場面において情緒的サポートが運動者におよぼす影響を再検討した。

2. 方法

2.1 実験参加者

運動者 6 名 (全員女性。平均年齢 21.5 ± 5.2 歳) および、実験協力者 3 名 (全員女性。平均年齢 21.1 ± 0.62 歳) からなる健常な大学生 9 名が、本実験に参加した。実験協力者は、運動者とは面識のない上級生で構成されていた。全ての実験参加者は、実験について十分に説明を聞いた後、参加承認をした学生であった。

2.2 手続き

20 分間の座位安静の後に、参加者に質問紙による気分評定 (快適感, 覚醒感および不安感) と唾液採取を求めた。その後、踏み台昇降運動を 3 分間おこなった。運動課題の直後に、再び唾液採取と快適感と覚醒感の気分評定をおこなった。また、翌日、再び同一の課題をおこない、実験終了とした。これら 2 回の実験において、実験参加者が踏み台昇降運動をしている間、実験協力者が、実験室に同席していた。協力者は運動者とは対面しないように立ち、2 回の実験の内、どちらか一方では静観をし (静観条件)、もう一方では、声掛けをすることで運動者を支援した (支援条件) (Figure.5-3-1)。

予め、実験協力者には、運動者が踏み台昇降運動をしている間、起立して運動者を囲み、運動者を応援するように求めた。このとき、支援条件では、運動者の動きに合わせて「1, 2, 1, 2 (イチ, ニ, イチ, ニ)」と声を掛けるように指示をした。しかし、一緒に運動をする、手を叩くなど、声掛け以外の動きを一切しないように求めた。また、実験中は筆記用具を渡すなど、運動者への補助行動はおこなわず、指示した声掛け以外の発言もしないように求め、支援の条件を統制した。対照としての静観条件では、運動者が踏み台昇降運動をしている間、沈黙をするものの応援する気持ちで起立しているように求めた。また、両条件において運動者には、協力者は観察者ではなく、運動者の応援者であることを告知した。実験は、参加者の実験日を分けることで、静観者のいる実験と支援者のいる実験とをカウンターバランスした。

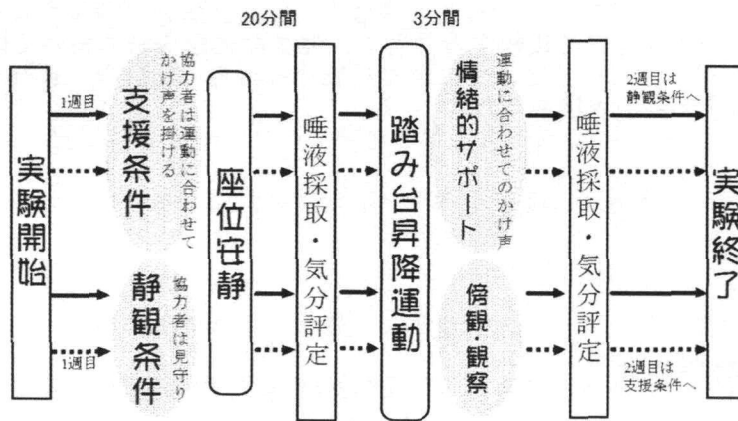


Figure.5-3-1 実験手続き

2.3 測定方法

2.3.1 気分評定

実験時の気分を評定する目的で、アフェクトグリッド(Affect-Grid)法を用いて、運動者全員の快適感および覚醒感を測定した (Russell, Weiss & Mendelsohn, 1989)。

2.3.2 唾液採取方法および、唾液測定法

唾液採取方法は、第1章第2項の方法に準じた。また、得られた採取唾液からは、唾液中コルチゾール濃度および s-IgA 濃度 (唾液分泌型免疫グロブリン A 酵素免疫) を測定した。測定方法はそれぞれ、測定キットを用いた EIA 法にておこなった。

2.4 統計学的解析方法

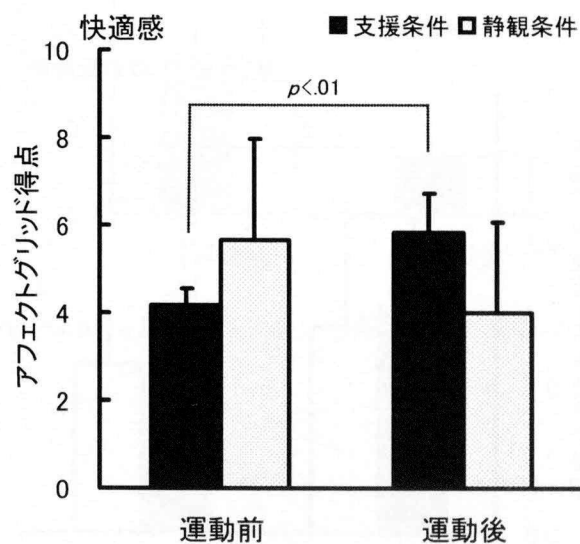
結果の評価は、支援要因（支援条件・静観条件）と運動要因（運動前・運動後）の2×2の繰り返しのある分散分析をおこなった。解析には Windows XP ver.3 上で起動する JavaScript-STAR version 4.4.3j を用い、偶然生起確率5%以下を有意水準とした。

3. 結果

3.1 気分評定

快適感の条件ごとの平均値は、支援条件の運動前は 4.17 ± 0.37 点、運動後は 5.83 ± 0.90 点であり、静観条件の運動前は 45.67 ± 2.29 点、運動後は 4.00 ± 2.08 点であった。

2要因の群内の分散分析の結果、支援要因と運動要因の交互作用が有意であった $\{F(1,5)=10.64, p<.05\}$ 。そこで、単純主効果検定をおこなった結果、支援条件における運動の効果が有意であった $\{F(1,5)=25.00, p<.01\}$ 。すなわち、支援条件では、運動後に運動前よりも快適感得点が増加することが明らかとなった (Figure.5-3-2)。



覚醒感の条件ごとの平均値は、支援条件の運動前は 5.67 ± 2.05 点、運動後は 7.17 ± 1.07 点であり、静観条件の運動前は 5.83 ± 1.57 点、運動後は 7.17 ± 1.95 点であった。

群内の分散分析の結果、支援要因、運動要因共に主効果も交互作用も認められなかった $\{F(1,5)=0.02, ns\}$ (Figure.5-3-3)。

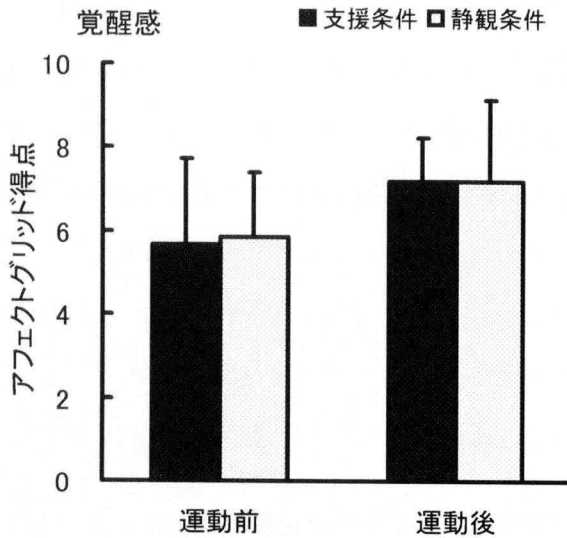


Figure.5-3-3 覚醒感の条件ごとの変化

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度についての両条件の平均値は、支援条件の運動前は $0.15 \pm 0.06 \mu\text{g/dl}$ 、運動後は $0.04 \pm 0.01 \mu\text{g/dl}$ であり、静観条件の運動前は $0.14 \pm 0.08 \mu\text{g/dl}$ 、運動後は $0.11 \pm 0.03 \mu\text{g/dl}$ であった。

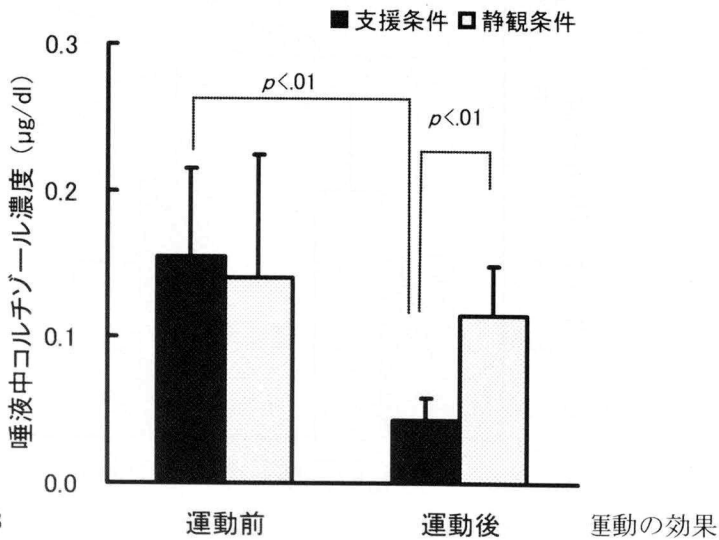


Figure.5-3

2 要因の群内分散分析の結果、支援要因と運動要因の交互作用が有意であった $\{F(1,5) = 6.88, p < .05\}$ 。そこで、単純主効果検定をおこなった結果、運動後の支援要因に有意が認められた $\{F(1,5) = 25.33, p < .01\}$ 。また、支援条件における運動の効果も有意であった $\{F$

(1,5)=27.34, $p<.01$)。すなわち、支援条件では、踏み台昇降運動によってコルチゾール濃度が有意に低下し、運動後では静観条件よりも低値を示すことが明らかとなった。くわえて、運動要因の主効果も有意であった ($F(1,5)=12.15$, $p<.05$)。すなわち、運動前よりも運動後に明らかなコルチゾール濃度の低下が認められた (Figure.5-3-4)。

3.3 s-IgA 濃度 (唾液分泌型免疫グロブリン A 酵素免疫)

s-IgA 濃度の条件ごとの平均値は、支援条件の運動前は $18.37 \pm 25.99 \mu\text{g/ml}$ 、運動後は $6.66 \pm 2.95 \mu\text{g/ml}$ であり、静観条件の運動前は $15.43 \pm 8.83 \mu\text{g/ml}$ 、運動後は $6.84 \pm 4.72 \mu\text{g/ml}$ であった。

群内の分散分析の結果、支援要因、運動要因共に主効果も交互作用も認められなかった ($F(1,5)=0.06$, ns) (Figure.5-3-5)。

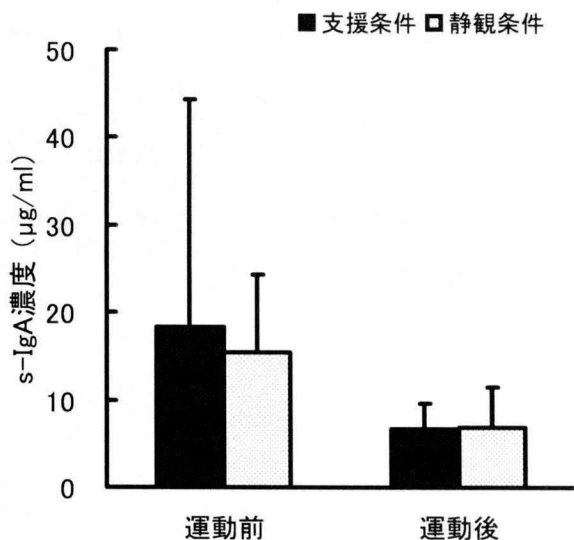


Figure.5-3-5 s-IgA 濃度における条件ごとの運動の前後比較

4. 考察

本節の実験は、軽度な運動場面において情緒的支援が運動者におよぼす影響を再検討した。このとき、実験協力者は運動者とは面識のない上級生とし、運動中は踏み台昇降運動に合わせての号令以外の声掛けや援助行為を禁止することで、情緒的支援行動の統制をおこなった。

本実験の結果、支援条件では、運動後に運動前よりも快適感得点の有意な増加が認めら

れた。これは、運動中の情緒的支援によって快適感が増したためであると考えられ、気分の改善が認められた前節の実験の結果を支持した。唾液中コルチゾール濃度においては、支援条件では、踏み台昇降運動によって有意に低下し、運動後では静観条件よりも低値を示すことが明らかとなった。また、両群ともに運動前よりも運動後には、唾液中コルチゾール濃度の有意な低下が認められた。この運動後のコルチゾール濃度の低下は、踏み台昇降のような軽い運動をすることで気分が改善され、踏み台昇降運動のような軽度の運動によって、ストレス軽減を促した加藤ら（2005）の報告を支持する結果である。また、支援条件において、運動後に静観条件よりも有意な低下が認められたことは、軽度の運動場面における他者からの情緒的支援によるストレス軽減を示していると考えられる。

本研究における「覚醒」とは、周囲に注意をくばり、物事を正しく認識しうる状態を示している（中島・子安・繁樹・箱田・安藤・坂野・立花，1999）。本実験の覚醒感の結果においては、運動要因には傾向有意が認められており $\{F(1,5)=6.54, p<.10\}$ 、統計的な有意は得られなかったが、注意力や活力などの上昇が伺われた。したがって、快適感の結果と考え併せると、運動者は、踏み台昇降運動に対して、活動的な快気分を抱いたと考えられる。また、快適感とコルチゾール濃度の結果から、情緒的支援を受けた方が、静観されるよりもストレス軽減効果があると言えるであろう。

第4節 他者の支援行動が軽度の運動場面におよぼす精神生理学的影響

1. 問題と目的

本章の第2節、第3節の実験結果から、軽度な運動場面における情緒的サポート行動には、快適感の向上などのストレス軽減効果を運動者へもたらす可能性があることが示された。

ソーシャルサポートに関する先行研究では、心臓血管系・免疫系・内分泌系の生理機能が良好である(Uchino, Capioppo & Kiecolt-Glaser, 1996), 風邪を引きにくい(Cohen, Doyle, Skoner, Rabin & Gwaltney, 1997)などの身体的な効果が示されている。したがって、サポートが被援助者の受け取りのみのストレス軽減であるとは考えにくい。また、第2節の実験においても、コルチゾール濃度が低下するなど、客観的指標においても、サポートによる効果が示されている。

そこで本実験では、慢性ストレス強度の違う人たちに、それぞれ情緒的サポートのある場面と対照の場面を設定し比較をすることで、情緒的サポートによるストレス軽減効果と、唾液緩衝能の慢性ストレス検出指標としての可能性を検討する。

2. 方法

2.1 実験参加者

本研究には、運動者として12名(女性7名, 男性4名, 平均年齢 20.5 ± 3.8 歳), 実験協力者として9名(女性8名, 男性1名, 平均年齢 21.2 ± 0.7 歳)からなる健常な大学生が参加した。

運動者は全員, 予めCFSIに回答をしていた。本実験では, CFSIの日常的に自覚された心身状態の訴えの合計得点について, 実験参加者母集団の平均得点($282.9 \pm 0.5SD$)よりも得点が高く, 慢性ストレスを強く自覚している学生と, 対照として, 得点が平均点よりも低い学生を抽出し, 実験参加を依頼した。したがって, CFSI得点が平均点よりも高く, 慢性ストレスを強く自覚している参加者を「疲労群」, CFSI得点が平均点よりも低い参加者を「健康群」と定義した。2群の内訳は, 疲労群6名(女性4名, 男性2名)。

平均年齢 21.7 ± 5.1 歳。CFSI 得点 371.5 ~ 628.0 点), 健康群 6 名(女性 4 名, 男性 2 名。平均年齢 19.2 ± 0.5 歳。CFSI 得点 40.2 ~ 195.4 点)であった。また, 実験協力者は全員, 運動者とは顔なじみでない上級生とした。

全ての実験参加者に, 本研究の意義と概要を十分に説明した。また, 実験中に課題をいつでも中止できること, 参加・不参加によって不利益が生じないことを付け加えた。さらに, 本実験では唾液採取をおこなうこと, 採取唾液からは唾液緩衝能, コルチゾール濃度, MHPG 濃度と HVA 濃度を測定すること, 得られたデータは全て個人が特定できない状態にし, 研究目的以外には使用しないことなどを公約した。全ての説明の後, 文書にて実験参加に承諾を得た。

2.2 手続き

20 分間の座位安静の後に, 参加者に質問紙による気分評定(快適感, 覚醒感および不安感)と唾液採取を求めた。その後, 踏み台昇降運動を 3 分間おこなった。運動課題の直後に, 再び唾液採取と快適感と覚醒感の気分評定をおこなった。さらに 10 分後にも唾液を採取した。快適感, 覚醒感および不安の気分評定も同時におこない実験終了とした。また, 一週間後に再び同一の課題をおこなった。これら 2 回の実験において, 実験参加者が踏み台昇降運動をしている間, 実験協力者が実験室に同席していた。協力者は踏み台を囲むように立ち, 2 回の実験の内どちらか一方では静観をし(静観条件), もう一方では, 声を掛けて運動者を支援した(支援条件)(Figure.5-4-1)。

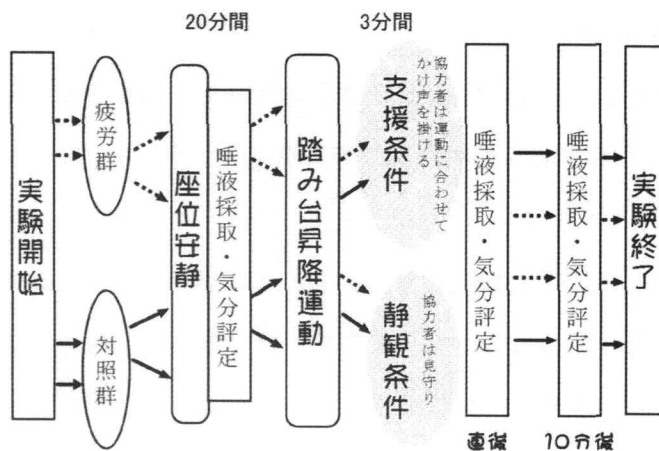


Figure.5-4-1 実験手続き

予め、実験協力者には、実験参加者が踏み台昇降運動をしている間、起立して参加者を囲み、参加者を応援するように求めた。このとき、支援条件では、運動者の動きに合わせて「1, 2, 1, 2 (イチ, ニ, イチ, ニ)」と声掛けをおこなうように指示をした。しかし、一緒に運動をする、手を叩くなど、声掛け以外の動きを一切しないように求めた。また、指示した声掛け以外の発言もしないように求め、支援の条件を統制した。対照としての静観条件では、実験参加者が運動してる間、沈黙をするものの応援する気持ちで起立しているように求めた。また、両条件において実験参加者には、協力者は観察者ではなく、運動者の応援者であることを告知した。実験は、参加者の実験日を分けることで、静観者のいる実験と支援者のいる実験とをカウンターバランスした。

2.3 測定方法

2.3.1 気分評定

アフェクトグリッド (Affect-Grid) 法を用いて快適感および覚醒感を、日本版 状態・特性不安インベントリー (STAI) を用いて状態不安を測定した。

2.3.2 唾液採取および測定方法

唾液採取方法は、第1章第2節の方法に準じた。

採取唾液からは、唾液緩衝能、唾液中コルチゾール濃度、唾液中 MHPG 濃度および HVA 濃度を測定した。また、測定方法は、第2章第2節の方法に準じた。

2.4 統計的解析方法

測定値は、平均値±標準偏差にて表記した。

統計的解析においては、得られた値それぞれに関して、CFSI 要因 (疲労群・健康群) とサポート要因 (支援・静観) そして、区間要因 (安静・直後・10 分後) の $2 \times 2 \times 3$ の混合分散分析をおこなった。但し、STAI 得点による不安感に関しては、区間要因を安静と 10 分後の 2 水準にて 3 要因の分散分析をおこなった。

尚、唾液測定において唾液量が測定可能量に満たなかった実験参加者 1 名 (健康群) を唾液測定値の検定から除外した。

3. 結果

各測定値の平均値および標準偏差を、唾液試料の測定値は Table.5-4-1 に、気分評定の結果は Table.5-4-2 に示した。

Table.5-4-1 唾液中コルチゾール濃度、MHPG濃度とHVA濃度の両群の条件別平均値

支援要因	区間要因	コルチゾール濃度		MHPG濃度		HVA濃度		唾液緩衝能		N
		Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
支援条件	安静	0.17	0.10	26.10	6.37	15.86	20.61	5.47	0.87	6
	直後	0.12	0.09	31.29	19.02	25.14	44.05	5.50	0.79	6
	10分後	0.08	0.07	38.91	18.73	35.30	65.05	4.73	0.70	6
静観条件	安静	0.19	0.15	25.86	9.91	33.91	26.09	5.20	0.64	6
	直後	0.15	0.10	29.35	17.24	18.90	21.06	4.82	0.60	6
	10分後	0.16	0.11	24.31	10.80	33.57	30.14	3.92	0.71	6
支援条件	安静	0.11	0.04	38.90	14.14	25.75	20.78	4.02	0.25	5
	直後	0.09	0.04	35.20	9.11	13.54	14.31	4.24	0.60	5
	10分後	0.07	0.02	39.27	8.03	33.78	23.84	4.04	0.22	5
静観条件	安静	0.17	0.11	34.91	15.12	10.95	5.07	4.08	0.22	5
	直後	0.21	0.14	31.71	9.98	7.80	6.47	4.30	0.24	5
	10分後	0.10	0.06	28.38	6.82	14.25	9.89	4.18	0.27	5

(μg/dl) (ng/ml) (ng/ml) (pH)

Table.5-4-2 快適感、覚醒感および不安感の気分評定得点の平均値

CFSI要因	支援要因	区間要因	快適感		覚醒感		不安感		N
			Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.	
疲労群	支援条件	安静	5.67	1.11	4.67	2.05	51.33	10.23	6
		直後	5.00	1.63	7.00	1.29	—	—	6
		10分後	6.00	1.29	5.83	2.11	41.83	6.59	6
	静観条件	安静	5.00	1.73	5.00	1.63	45.50	4.57	6
		直後	5.17	2.48	6.83	1.57	—	—	6
		10分後	6.17	1.86	6.17	1.57	37.00	7.62	6
健康群	支援条件	安静	4.80	0.40	5.60	1.62	42.40	2.33	5
		直後	4.60	1.20	7.00	0.89	—	—	5
		10分後	5.20	0.40	6.40	1.02	40.20	5.27	5
	静観条件	安静	3.80	1.72	5.60	1.36	42.80	3.87	5
		直後	4.60	1.96	6.80	1.47	—	—	5
		10分後	5.80	0.98	6.20	1.60	40.60	4.18	5

(点) (点) (点)

3.1 唾液緩衝能

唾液緩衝能の疲労群の条件ごとの平均値は、支援条件の安静時は $pH5.47 \pm 0.87$ 、運動直後は $pH5.50 \pm 0.79$ 、10分後は $pH4.73 \pm 0.70$ であり、静観条件の安静時は $pH5.20 \pm 0.64$ 、運動直後は $pH4.82 \pm 0.60$ 、10分後は $pH3.92 \pm 0.71$ であった。また、健康群における安静時は $pH4.02 \pm 0.25$ 、運動直後は $pH4.24 \pm 0.60$ 、10分後は $pH4.04 \pm 0.22$ であり、静観条件の安静時は $pH4.08 \pm 0.22$ 、運動直後は $pH4.30 \pm 0.24$ 、10分後は $pH4.18 \pm 0.27$ であった。

3要因の混合分散分析の結果、CFSI 要因と区間要因の交互作用が有意であった $\{F(2,18) = 19.79, p < .01\}$ 。そこで、区間の水準における CFSI 要因の単純主効果検定をおこなった。その結果、安静時の CFSI 要因の単純主効果が有意であった $\{F(1,9) = 13.28, p < .01\}$ 。また、運動直後における CFSI 要因の単純主効果の有意も認められた $\{F(1,9) = 6.64, p < .05\}$ 。くわえて、疲労群の区間要因の単純主効果の有意の認められた $\{F(2,18) = 39.38, p < .01\}$ 。LDS

法による多重比較の結果、疲労群においては10分後の唾液緩衝能は、安静時と運動直後よりも明らかな低下が認められた ($MSe=0.0804$, $p<.05$)。また、CFSI 要因の主効果の有意 ($F(1,9)=6.10$, $p<.05$) と区間要因の主効果の有意 ($F(2,18)=21.35$, $p<.01$) も認められた。

(Figure.5-4-2)。すなわち、疲労群は、支援ありなしの条件にかかわらず、踏み台昇降運動課題によって唾液緩衝能の低下を示した。また、疲労群は健康群よりも有意に高い唾液緩衝能を示した。

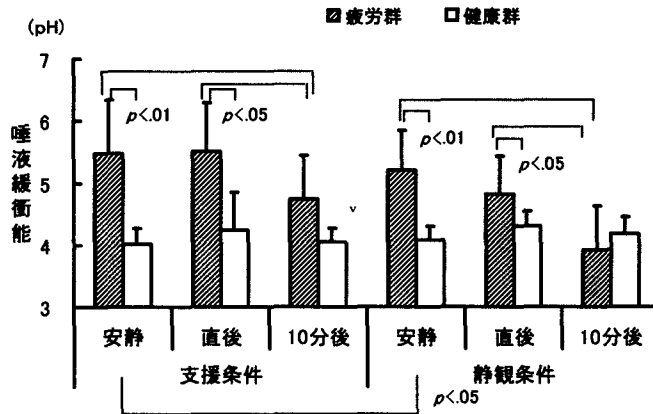


Figure.5-4-2 唾液緩衝能の条件別の区間ごとの群間比較

3.2 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の両群の平均値は Table.5-4-1 に示すとおりである。すなわち、疲労群の条件ごとの平均値は、支援条件の安静時は $0.17 \pm 0.10 \mu\text{l/dl}$ 、運動直後は $0.12 \pm 0.09 \mu\text{l/dl}$ 、運動後10分（10分後）は $0.08 \pm 0.07 \mu\text{l/dl}$ であり、静観条件の安静時は $0.19 \pm 0.15 \mu\text{l/dl}$ 、運動直後は $0.15 \pm 0.10 \mu\text{l/dl}$ 、運動後10分（10分後）は $0.16 \pm 0.11 \mu\text{l/dl}$ であった。また、健康群における支援条件の安静時は $0.11 \pm 0.04 \mu\text{l/dl}$ 、運動直後は $0.09 \pm 0.04 \mu\text{l/dl}$ 、運動後10分（10分後）は $0.07 \pm 0.02 \mu\text{l/dl}$ であり、静観条件の安静時は $0.17 \pm 0.11 \mu\text{l/dl}$ 、運動直後は $0.21 \pm 0.14 \mu\text{l/dl}$ 、運動後10分（10分後）は $0.10 \pm 0.06 \mu\text{l/dl}$ であった。

コルチゾール濃度に関しては、3 要因の分散分析をおこなった。その結果、区間要因に主効果が認められた ($F(2,18)=6.13$, $p<.05$)。LSD 法による多重比較の結果、10分後のコルチゾール濃度が安静時と課題直後よりも有意に低下したことが明らかとなった ($MSe=0.0027$, $p<.05$) (Figure.5-4-3)。

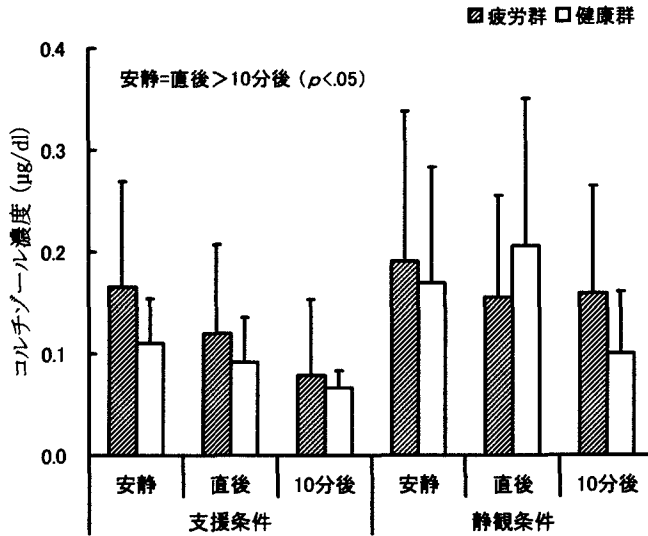


Figure.5-4-3 コルチゾール濃度の安静時からの条件別変化

3.3 唾液中 MHPG 濃度

唾液中 MHPG 濃度の疲労群の条件ごとの平均値は、支援条件の安静時は 26.10 ± 6.37 ng/ml、運動直後は 31.29 ± 19.02 ng/ml、10分後は 38.91 ± 18.73 ng/ml であり、静観条件の安静時は 25.86 ± 9.91 ng/ml、運動直後は 29.35 ± 17.24 ng/ml、10分後は 24.31 ± 10.80 ng/ml であった。また、健康群における安静時は 38.90 ± 14.14 ng/ml、運動直後は 35.20 ± 9.11 ng/ml、10分後は 39.27 ± 8.03 ng/ml であり、静観条件の安静時は 34.91 ± 15.12 ng/ml、運動直後は 31.71 ± 9.98 ng/ml、10分後は 28.38 ± 6.82 ng/ml であった。

MHPG 濃度に関する分散分析をおこなった結果、支援要因と区間要因の交互作用が認められた $\{F(2,18)=7.58, p<.01\}$ 。そこで、区間別に支援の単純主効果検定をした。その結果、10分後の MHPG 濃度が静観条件よりも支援条件で有意に高値を示した $\{F(1,9)=16.54, p<.01\}$ 。また、支援要因の主効果も有意であった $\{F(1,9)=8.37, p<.05\}$ 。すなわち、支援条件の MHPG 濃度の方が静観条件よりも高値を示すことが明らかになった (Figure.5-4-4)。

加えて、唾液中 MHPG 濃度とコルチゾール濃度との間に負の相関が認められ ($r=-0.44, p<.01$) (Figure.5-4-5)。

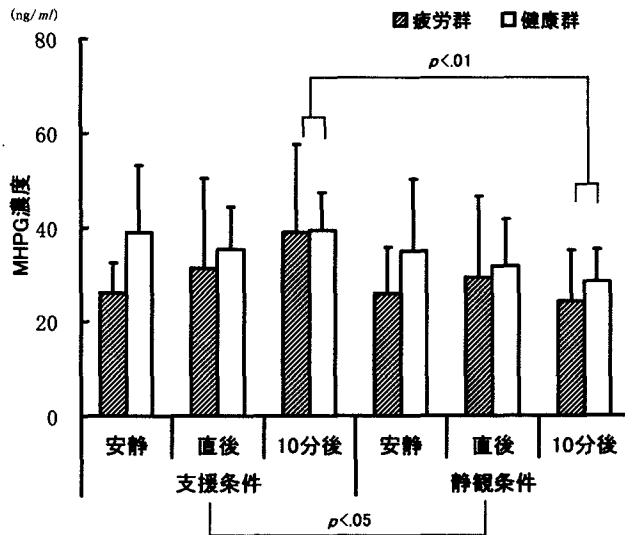


Figure.5-4-4 唾液中 MHPG 濃度の両群の平均値比較

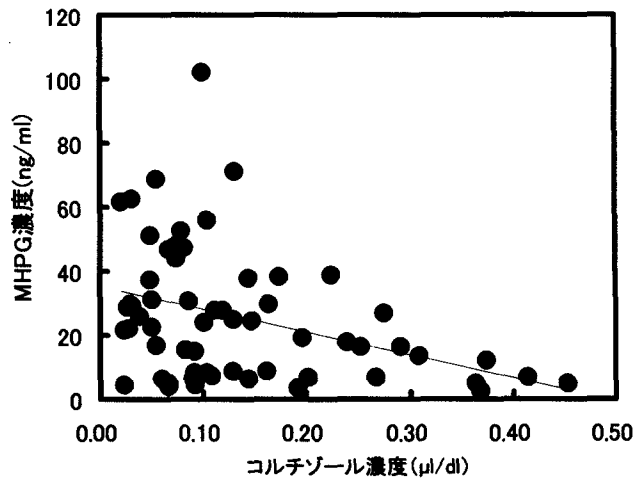


Figure.5-4-5 コルチゾール濃度と MHPG 濃度の相関図

3.4 唾液中 HVA 濃度

唾液中 HVA 濃度の疲労群の条件ごとの平均値は、支援条件の安静時は 15.86 ± 20.61 ng/ml, 運動直後は 25.14 ± 44.05 ng/ml, 10分後は 35.30 ± 65.05 ng/ml であり, 静観条件の安静時は 33.91 ± 26.09 ng/ml, 運動直後は 18.90 ± 21.06 ng/ml, 10分後は 33.57 ± 30.14 ng/ml であった。また, 健康群における安静時は 25.75 ± 20.78 ng/ml, 運動直後は 13.54 ± 14.31 ng/ml, 10分後は 33.78 ± 23.84 ng/ml であり, 静観条件の安静時は 10.95 ± 5.07 ng/ml, 運動直後は 7.80 ± 6.47 ng/ml, 10分後は 14.25 ± 9.89 ng/ml であった。

分散分析の結果, 全ての要因に主効果, 交互作用共に有意ではなかった $\{F(2,18)=1.04,$

ns} (Figure.5-4-6)。

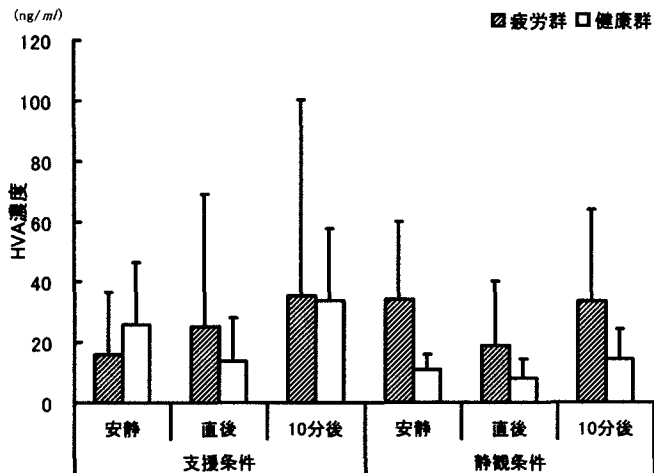


Figure.5-4-6 HVA濃度の条件ごとと区間ごとの群間比較

3.5 快適感および、覚醒感

アフェクトグリッド法による快適感および覚醒感の平均値は、Table.5-4-2 に示した。すなわち、快適感の疲労群の条件ごとの平均値は、支援条件の安静時は 5.67 ± 1.11 点、運動直後は 5.00 ± 1.63 点、10分後は 6.00 ± 1.29 点であり、静観条件の安静時は 5.00 ± 1.73 点、運動直後は 5.17 ± 2.48 点、10分後は 6.17 ± 1.86 点であった。また、健康群の支援条件における安静時は 4.80 ± 0.40 点、運動直後は 4.60 ± 1.20 点、10分後は 5.20 ± 0.40 点であり、静観条件の安静時は 3.80 ± 1.72 点、運動直後は 4.60 ± 1.96 点、10分後は 5.80 ± 0.98 点であった。

覚醒感の疲労群の条件ごとの平均値は、支援条件の安静時は 4.67 ± 2.05 点、運動直後は 7.00 ± 1.29 点、10分後は 5.83 ± 2.11 点であり、静観条件の安静時は 5.00 ± 1.63 点、運動直後は 6.83 ± 1.57 点、10分後は 6.17 ± 1.57 点であった。また、健康群の支援条件における安静時は 5.60 ± 1.62 点、運動直後は 7.00 ± 0.86 点、10分後は 6.40 ± 1.02 点であり、静観条件の安静時は 5.60 ± 1.36 点、運動直後は 6.80 ± 1.47 点、10分後は 6.20 ± 1.60 点であった。

快適感と覚醒感それぞれの得点に関して、 $2 \times 2 \times 3$ の分散分析をおこなった。その結果、快適感において、区間要因の主効果が有意であったので $\{F(2,18)=3.87, p<.05\}$ 、LSD法による多重比較をおこなった。その結果、10分後の快適感安静時および課題直後よりも有意に増加したことが明らかとなった ($MSE=1.7426, p<0.05$) (Figure.5-4-7)。

また、覚醒感においては、区間要因の主効果が有意であった ($F(2,18)=17.23, p<.01$)。LSD法による多重比較の結果、安静時よりも10分後が、10分後よりも課題直後の覚醒感が有意に高値を示すことが認められた ($MSe=0.9092, p<0.05$) (Figure.5-4-8)。

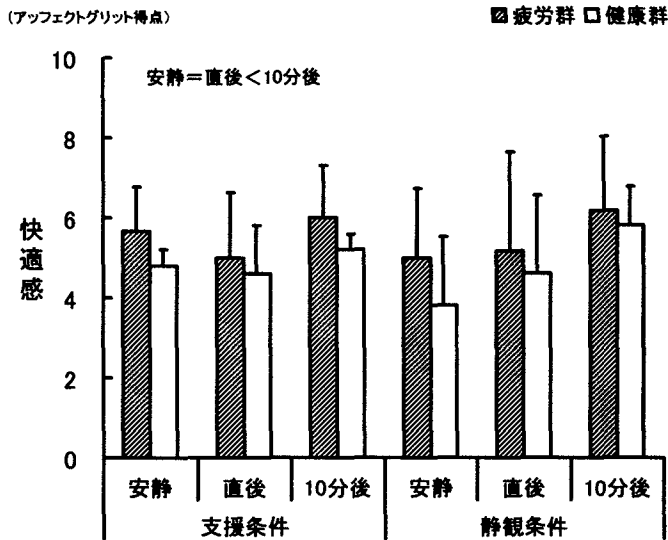


Figure.5-4-7 快適感の安静時からの平均値変化

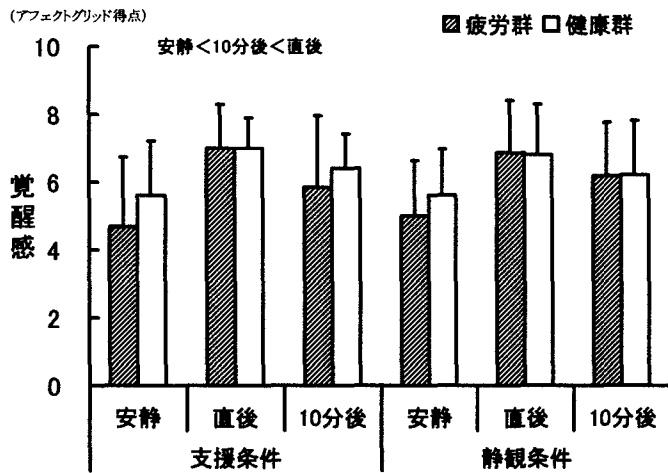


Figure.5-4-8 覚醒感の条件ごとの平均値比較

また、快適感とコルチゾール濃度との間に負の相関が認められた ($r=-0.43, p<.01$) (Figure.5-4-9)。

さらに、覚醒感と MHPG 濃度には正の相関が認められた ($r=0.52, p<.05$) (Figure.5-4-10)。

唾液中 HVA 濃度と快適感 ($r=0.69, p<.01$)および覚醒感 ($r=0.54, p<.01$)との間にそれぞれ負の相関が認められた (Figure.5-4-11)。

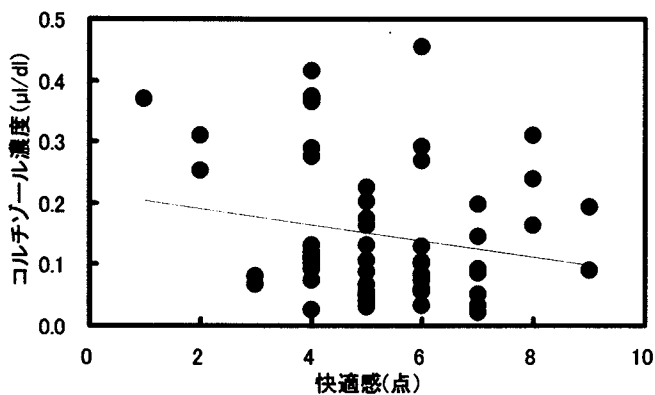


Figure.5-4-9 快感感とコルチゾール濃度との相関図

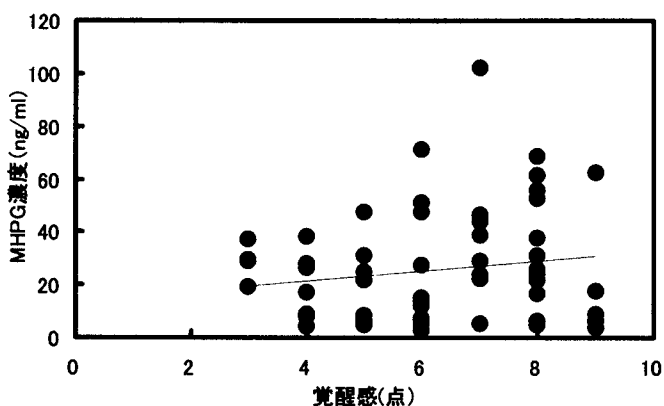


Figure.5-4-10 覚醒感と MHPG 濃度の相関図

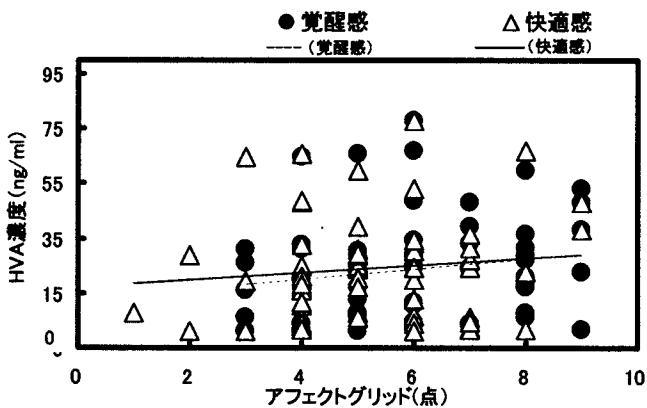


Figure.5-4-11 HVA 濃度と快感感および覚醒感の相関

3.5.3 不安感

STAI-state による状態不安感の平均値は、Table.5-4-2 に示したとおりである。すなわち、疲労群における条件ごとの平均値は、支援条件の安静時は 51.33 ± 10.23 点、10分

後は 41.83 ± 6.59 点であり、静観条件の安静時は 45.50 ± 4.57 点、10分後は 37.00 ± 37.00 点であった。また、健康群における安静時は 42.40 ± 2.33 点、10分後は 40.20 ± 5.27 点であり、静観条件の安静時は 42.80 ± 3.87 点、10分後は 40.60 ± 4.181 点であった。

STAI の不安得点に関して、CFIS 要因と支援要因、区間要因（安静、10分後）の分散分析をおこなった。その結果、交互作用、主効果共に有意ではなかった ($F(1,9)=0.04, ns$) (Figure.5-4-12)。

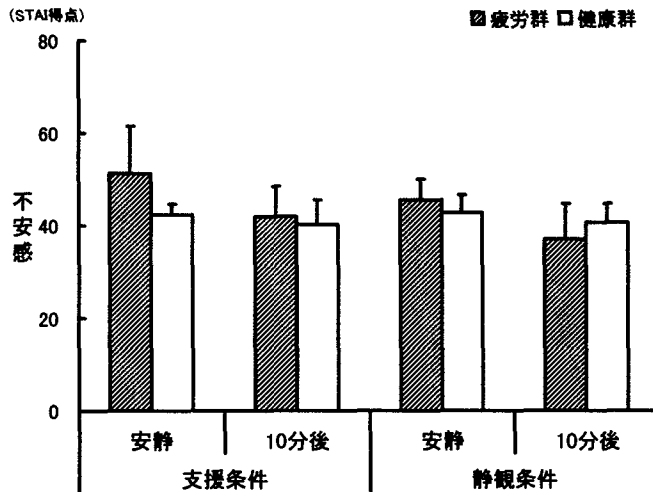


Figure.5-4-12 不安感の条件ごとの群間比較

4. 考察

本研究では、慢性ストレスと他者からの支援が、軽度な運動場面で運動者におよぼす影響を検討することを目的におこなわれた。その結果、気分評定においては、快適感、覚醒感および不安感では、ストレス感の違いや支援の有無には明らかな効果は認められなかった。しかしながら、唾液中コルチゾール濃度では、運動 10 分後に有意な低下が認められた。快適感においては、10 分後に有意な増加が認められた。また、コルチゾール濃度と快適感には負の相関が認められた。これらは、踏み台昇降運動によって、快適感が増加し、それに伴いストレスホルモンであるコルチゾールが低下したことを示していると考えられる。

唾液中 MHPG 濃度においては、支援条件の方が、静観条件よりも運動 10 分後に有意に高値を示すことが明らかとなった。血漿中と唾液中の MHPG 濃度には高い相関があることが先行研究でも認められており、MHPG は不安障害やうつ病の指標として期待され

ている。しかしながら、山田ら(1999)の研究から MHPG は、健常者においては不安状態の指標にはならず、むしろ作業への集中の程度やあたらしい環境への適応の程度を反映している可能性が示されている。本研究においては、実験参加者は健常な学生であった。さらには、不安感には有意な差は認められなかった。したがって、サポートによって MHPG が増加した本研究の結果は、不安やうつ状態を示したものではなく、むしろ作業への集中を示したものであると思われる。上述したように、MHPG はノルアドレナリンの代謝産物である。交感神経末端における伝達物質のノルアドレナリンは、心拍数を増加させて心臓収縮性を高めることが知られている。また、本研究においては、MHPG 濃度と覚醒感との間に正の相関が見いだされている。これらは、踏み台昇降運動による交感神経活動および身体活動の活性化の結果であると考えられる。したがって、運動 10 分後の MHPG 濃度が支援条件の方が静観条件よりも高値を示した本研究の結果は、支援条件の方が踏み台昇降運動への集中による身体活動効果が強化された可能性を示している。一方、本研究においては、唾液中 MHPG 濃度とコルチゾール濃度との間に負の相関が認められた。生活体は、運動時はエネルギーを必要とする。そして、体内でグルコースは最も重要なエネルギー基質である。また、コルチゾール、ノルアドレナリン、アドレナリンは共に、血中グルコース濃度（血糖値）を上げる作用を持つホルモンである(本間, 2001)。本研究では、軽度の運動によるストレス軽減により、運動 10 分後に有意なコルチゾール濃度の低下が認められている。このコルチゾールの低下に伴い、運動することで必要となった血糖値を上昇させるためにノルアドレナリンが分泌された可能性が考えられる。

本実験においては、前章までの結果とは異なり、気分評定においては、快適感、覚醒感および不安感では、CFSI 要因、支援要因には有意は認められなかった。実験後に実験参加者におこなった聞き取り調査の中で、気分評定の、特にアフェクトグリッド評定において、故意に回答を操作したことを仄めかした参加者が存在した。このことに関しては、言及すべきであろう。当該参加者は、“実験の狙いを予測して、自らの特異性を表現したかった”との旨を答えた。しかし、この参加者が予測した“実験の狙い”は、本研究の狙いとは外れていたため、そのまま解析をおこなった。念のため、この実験参加者を統計解析から除外したところ、区間要因の主効果 { $F(2,16)=4.97, p<.05$ }にくわえ、支援要因の主効果 { $F(1,8)6.15, p<.05$ }が認められた。すなわち、支援条件の方が、静観条件よりも快適感が高いことが明らかとなった (Figure.5-4-13)。このことから、本実験においても 2, 3 章と同様に情緒的サポートによって、快適感が増していたことが推察される。このことは、

ストレスマネジメントを考えるときには、質問紙を使用することは不可欠であるものの、従来から指摘されている回答者の思惑を反映してしまう弱点を示していると考えられる。したがって、正しく慢性ストレスを識別するためには、被検査者の思考に左右されにくい生理指標が必要であると考えられる。

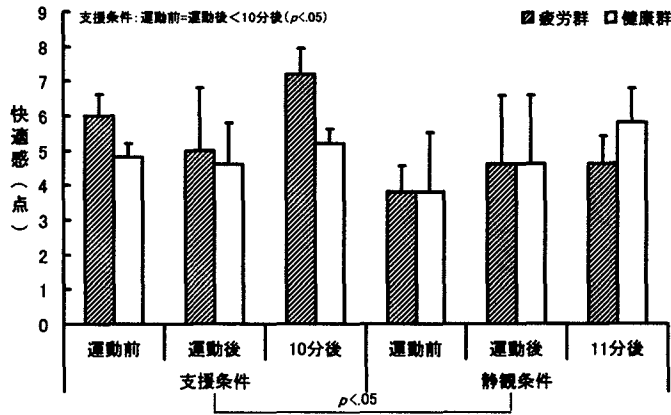


Figure.5-4-13 不適切な参加者(1名)を除外した快感感の結果

また、唾液緩衝能に関しては、健康群では両条件共に殆ど変化を示さなかったのに対し、疲労群では運動後に明らかな低下が認められた。加えて、全体を通じて、疲労群の方が健康群よりも有意に高値を示すことが明らかとなった。

本研究では、踏み台昇降運動のような軽度な運動がストレスを軽減させることが確認された。また、本研究の結果が示唆することは、協力者が声掛けをして運動の支援行動をするだけで、たとえ一緒に運動をしなくても、運動者の運動効果が高まる可能性があるということである。くわえて、唾液緩衝能は支援行動による自覚的なストレス軽減に影響されることなく、慢性ストレス状態の違いを検出する可能性が示された。

第5節 本章の総合考察

1. ソーシャルサポートとストレス軽減

1.1 情緒的サポートの効果について

ソーシャルサポートには、さまざまな先行研究によって、ストレスの軽減効果が報告されている。しかしながら、特に機能的サポートは、社会的関係の中で他者から個人が受けた支援の内容に焦点が当てられていた調査研究が主流であるので、被支援者の受け取り以外の影響、効果についての研究は数少ない。そこで本研究では、まず、ソーシャルサポートにストレス軽減効果があるかを、踏み台昇降運動課題を用いて実験的に検討した。

その結果、気分評定では運動前よりも気分改善が認められた。しかしながら、コルチゾールをはじめ、生理指標ではソーシャルサポートの効果は認められなかった。また、この実験では、運動者と非運動者が同学年の顔見知りであり、授業や実習でいつも親しんでいる級友であった。したがって、運動場面に支援のある条件の対照である、静観条件にも少なからずソーシャルサポートの要素が含まれていた可能性が考えられた。

そこで、第3節では情緒的支援の効果を検討する実験2として、サポーターによる情緒的支援をより厳密に統制をして実験をおこなった。具体的には、踏み台昇降運動場面において、情緒的支援をおこなう条件とおこなわない条件を設定したが、このとき、実験協力者は運動者と面識のない上級生とし、課題中は踏み台昇降運動に合わせての号令以外の声かけや援助行為を禁止することで、情緒的支援行動の統制をおこなった。この実験の結果、支援条件では、運動後に快適感が増加が認められ、さらに、コルチゾール濃度においても運動後に有意な低下が認められた。すなわち、情緒的支援を受けることで、ストレスが軽減することが明らかとなった。

これら二つの実験結果から、情緒的支援は顔馴染みの人が見守るだけでも効果的であり、例え初対面であっても、運動に合わせて号令をかけるなどの被援助者への同調行動によって、効果的となることが示唆された。

1.2 情緒的サポートと慢性ストレス状態

本章の第4節においては、慢性ストレス強度の違う人たちに、それぞれ情緒的支援のある場面とない場面を設定し比較をすることで、情緒的支援のおよぼすストレス軽減効果

の実態と、唾液緩衝能の慢性ストレス検出指標としての可能性を検討した。

その結果、踏み台昇降運動によってコルチゾール濃度の低下が認められ、またコルチゾール濃度と快適感の間には負の相関が認められた。また、アドレナリン・ノルアドレナリンの代謝産物である MHPG は、運動 10 分後に支援条件の方が、静観条件よりも有意な高値が認められた。また、MHPG 濃度と覚醒感との間に正の相関が認められ、MHPG 濃度が高いほど覚醒感が高いことが明らかとなった。このことから、運動場面での情緒的支援行動によって、運動者の運動への集中による身体活動効果が強化された可能性が考えられた。したがって、この実験では、踏み台昇降運動のような軽度な運動がストレスを軽減させることが確認された。くわえて、協力者が声掛けをして運動の支援行動をするだけで、たとえ一緒に運動をしなくても、運動者の運動効果が高まる可能性が示唆された。

2. ソーシャルサポートとストレスの身体症状と自覚

2.1 情緒的支援と4つの次元のストレス状態

上述したように、本章の第2節、第3節の実験結果から、軽度な運動場面における情緒的支援行動は、運動者の快適感の向上などのストレス軽減効果がある可能性が示された。

運動場面におけるこの状態は、情緒的支援を受けている場合は、受けていない場合に比して、身体的には同等のストレスを受けているにも拘わらず、主観的感觉ではストレスを軽く受け止めている状態であるともいえる。すなわち、情緒的支援を受けていない場合に比べれば、少なくとも、急性的に“ストレスの自覚”が低くなっている状態となっているのであろう。

したがって、情緒的支援条件の踏み台昇降運動場面で、慢性的なストレス状態が検出できる指標が見つければ、それはすなわち、ストレスを受けながら、“ストレスは解消されていると感じている（大美賀，2007）”ストレス自覚が低くなっている状態を検出できる可能性を示すであろうと考えられた。この状態は、ストレスの自覚と身体症状のモデル図で示すところのD次元のタイプを示すと思われる（Figure5-1-1）。

2.2 ソーシャルサポートと唾液緩衝能

本章の実験で用いた踏み台昇降運動は、重炭酸緩衝系におよぼす影響で考えれば、血漿

中 H⁺濃度が増加するタイプのストレッサーである。また、本研究の疲労群は、機能亢進型の慢性ストレス状態と考えられるので、踏み台昇降運動によって予想される唾液緩衝能の変化は、Table.5-5-3 に示したとおりである。すなわち、踏み台昇降運動によって、健康群は唾液緩衝能に変化はないが、疲労群では運動後に唾液緩衝能は低下すると予想された。

Table.5-5-3 機能亢進型の慢性ストレス状態における唾液緩衝能の変化表

ストレッサー・タイプ	HCO ₃ ⁻ 増加型 代謝性アシドーシス型		H ⁺ 増加型 代謝性アシドーシス型		CO ₂ 増加型 呼吸性アシドーシス型		H ⁺ 減少型 代謝性アルカローシス型		CO ₂ 減少型 呼吸性アルカローシス型	
	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能	変化の方向	緩衝能
正常	HCO ₃ ⁻ ↑↑	↑	↓↓↓	→	↑↑↑	→	↑↑↑	→ or ↓	↑↑↑	↑
	CO ₂ ↓		↓↓↓		↑↑↑		↑↑↑		↓↓↓	→
肺機能亢進型	HCO ₃ ⁻ ↑↑	↑	↓↓↓	↓	↑↑↑	↑	↑↑↑	→ or ↓	↑↑↑	↑
	CO ₂ ↓		↓		↑↑	↑	↑↑↑		↓↓↓	↓

本章の第4節における、実際の唾液緩衝能の結果は、健康群では両条件共に殆ど変化を示さなかったのに対して、疲労群では運動後に明らかな低下が認められた。また、疲労群の方が健康群よりも有意に高値を示すことが明らかとなった。

これらの結果から、唾液緩衝能は、自覚的なストレス軽減などの気分や感覚に影響されることなく、H⁺増加型のストレッサーによるストレス反応を検出することが可能であることが示された。

3. 唾液緩衝能と慢性的なストレス状態

3.1 血漿中 H⁺増加型のストレッサーと唾液緩衝能

本研究では、身体的ストレッサー条件の能動的対処課題として、踏み台昇降運動を用いた。これは血漿中 H⁺増加型のストレッサーである。また、第5章で用いた HDT も血漿中 H⁺増加型のストレッサーであった。しかしながら、HDT には生理学的にも未解決な部分が多い。したがって、本章においては、H⁺増加型のストレッサーである踏み台昇降運動条件を用いて、情緒的支援を受けることによって、ストレスが軽減されたと感じる状態に関して、唾液緩衝能の慢性ストレス指標としての可能性を検討した。

本章の実験では、踏み台昇降運動課題によって身体的にはストレッサーに曝されている状態であった。このとき、情緒的支援条件では、踏み台昇降運動によるストレス感が軽減

していた。このときの唾液緩衝能の慢性ストレス状態検出について Table.5-5-4 に示した。本研究の踏み台昇降運動課題においては、疲労群と健康群のストレス反応に有意な差が認められた。したがって、唾液緩衝能は、自覚のある急性ストレス事態における慢性ストレス状態の検出が可能であると考えられる。また、情緒的支援条件下の踏み台昇降運動課題においても、疲労群と健康群のストレス反応に有意な差が認められた。このことは、自覚的には“ストレスは解消された”と思っている人たちの本来のストレス反応を検出し得る可能性を示している。

Table.5-5-4 唾液緩衝能の慢性ストレス状態の検出

身体状態	急性ストレス感	唾液緩衝能
正常	あり	-
	軽減	-
慢性ストレス	あり	+
	軽減	+

これらのことは、唾液緩衝能は、個人の気分状態に影響を受けることなく、慢性的な身体変化を識別し得ることを示唆していると考えられた。

第6章 総合考察と展望

第1節 唾液緩衝能のストレス指標としての可能性

1. 過重労働状態と唾液緩衝能

本研究の第1章では、生活体の持つストレスラーによって生じた「歪み」を元に戻すなど、内部環境を一定に保とうとする機能であるホメオスタシスに注目し、唾液緩衝能が新たなストレス生理指標になり得るかを検討することを目的とした。また、本章では慢性ストレス状態のうち、慢性的な過重労働による“疲労”を主に取りあげた。

実験1では、健常な学生を対象に、厚生労働省による過労死に関する労働時間の基準を参考に、疲労状態と考えられる学生と対照の学生の唾液中コルチゾールと唾液緩衝能を測定し、比較をした。その結果、唾液緩衝能が「ストレスホルモン」と呼ばれているコルチゾールと同様の結果を示した。すなわち、疲労者は、対照者よりも明らかに高いコルチゾール濃度を示した。また、唾液緩衝能の値も同様に、疲労者の方が対象者よりも有意に高値を示した。このことより、唾液緩衝能の新たな生理学的ストレス指標の一つになり得る可能性が示唆された。

次に、実験2において、唾液緩衝能は、身体的か精神的かのストレスラーの種類によって、ストレス反応が異なることが示された。したがって、第1章の実験3においては、唾液緩衝能が慢性的なストレス反応の指標になり得るかを検討する目的で、実験操作的に身体的、および精神的ストレスラーを負荷して、生活体のストレス状態が唾液緩衝能に影響を与えるかを検討した。その結果、身体的ストレスラー条件下において、唾液緩衝能には、慢性的なストレス状態を識別する可能性があることが示唆された。

また、これらの実験の結果から、唾液緩衝能を慢性ストレス指標の1つとしてその活用について考えた場合、唾液緩衝能の測定値は、測定時の気温や湿度からの影響を強くうけることが指摘された。すなわち、一斉に採取した検体でない場合、測定値をそのまま比較することが妥当ではないことが示された。したがって、同一条件で採取された試料でない場合、ストレス状態の指標として唾液緩衝能を用いて比較するにあたり、安静時をコントロールとして刺激後の唾液緩衝能の変化量をもっておこなう方法が、妥当であると考えられた。

2. 学生の蓄積的疲労感

第1章の実験は、厚生労働省の過労死予防のための労働時間基準を用いて、過重労働をしている群と対照の群とを比較することでおこなわれた。しかし、このとき、過重労働による疲労と質問紙の結果が必ずしも一致をしなかった。これらは、慢性ストレス感を測定するために用いた CFSI の本来の調査対象者が就労者であるのに対し、本研究の実験参加者が学生であることが原因である可能性が危惧された。そこで、CFSI が学生を対象としても有効であるかを検討した。

実験は、学生にとっての典型的なストレッサーである試験を用いておこなわれた。卒業試験は継続的な勉強を要求され、試験数ヶ月前から受験学生にとっては長期的なストレス状態であると思われる。そこで本研究では、卒業試験前のストレス状態期の学生と勉強がまだ本格化していない平常状態の学生を比較することで、CFSI の訴え率が、慢性ストレス事態を反映し得るかの検討をした。その結果、長期にわたる試験勉強による慢性ストレス事態である試験直前群の CFSI 合計得点が、平常期群よりも明らかに高値を示し、非就労者である大学生においても CFSI が有効であることが確認された。しかしながら、大学生へ CFSI を使用するには、学生母集団の特徴を基本のパターンとしなければならないと考え、母集団である学生におけるストレス状態の自覚の実態を把握することを目的として、さらなる検討をおこなった。その結果、CFSI を学生に使用するには、母集団の基準が必要であることが同時に示された。

3. ストレッサーと唾液緩衝能

3.1 様々なストレッサー・タイプと唾液緩衝能

第3章では、本研究の第1章で示された唾液緩衝能のストレッサーの種類による反応の変化に関して、さらなる検討をすると共に、唾液緩衝能が測定するストレス反応に関して考えた。

ストレッサーとしては、精神的および身体的ストレッサー条件に加え、心臓血管系の反応を基に数多くの研究がなされている能動的対処課題と受動的対処課題を用いた。前者は能動的に挑戦や競争をおこなう対処可能な課題であり、後者は刺激に対して動きのとれないまま注目や監視を続ける受け身の課題である(澤田, 1998)。具体的には、精神的ストレ

ッサー条件の能動的対処課題として暗算課題を，受動的対処課題として騒音暴露課題をおこなった。また，身体的ストレス条件の能動的対処課題としては踏み台昇降運動課題を，受動的対処課題としてはかけ声課題をおこなった。第3章では予め，これらの異なるのストレスが唾液緩衝能におよぼす影響をそれぞれ検討することで，生活体のストレス反応性および，体内平衡と唾液緩衝能の関係を検討した。

その結果，ストレスの種類によって唾液緩衝能の反応が異なることが示された。重炭酸緩衝系は， $H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$ { H^+ ：水素イオン， HCO_3^- ：重炭酸イオン， H_2CO_3 ：重炭酸， H_2O ：水， CO_2 ：二酸化炭素}の平衡式からなっている。平衡式のどこかが増加または減少すると，その増減を打ち消す方向に平衡式が作用する。重炭酸緩衝系におけるストレスの種類とは，すなわち，重炭酸緩衝系に最初に引き起こされる変化によって表現される。したがって，検討の結果，暗算課題と騒音暴露課題は HCO_3^- 濃度が増加するタイプであり，踏み台昇降運動課題は H^+ 濃度が増加するタイプ，かけ声課題は CO_2 濃度が減少するタイプであると考えられた。

暗算課題と踏み台昇降運動課題は，心臓血管系の反応を基にした対処方法によれば同じ能動対処課題に分類される。しかし，重炭酸緩衝系では，血漿中の H^+ 濃度が増加するタイプと HCO_3^- 濃度が増加するタイプに分けられる。一方，暗算課題と騒音暴露課題は，重炭酸緩衝系では，共に HCO_3^- 濃度増加タイプであるが，心臓血管系の反応では能動的対処課題と受動的対処課題に分けられる。

3.2 蓄積的疲労感と唾液緩衝能

本研究では第2章において，CFSIが学生にも利用が可能であることが示された。そこで，本研究の実験参加者母集団のCFSIを測定し，母集団の平均値を算出して基準とした。得られた実験参加者母集団学生の平均点を基準にして，平均点±0.5SDよりも慢性ストレスを強く自覚している学生と，あまり自覚のない学生を抽出し，実験参加を依頼した。本研究では，母集団の基準点よりもCFSI得点の高い学生を「疲労群」，基準点より得点の低い学生を「健康群」と定義した。

第3章の予備実験で検証した急性ストレス課題への重炭酸緩衝系における作用から，ストレス反応を予想した。そこから，日常的に蓄積されているストレス状態は，重炭酸緩衝系の作用から，肺機能と腎機能とで表現できると考えられた。具体的には，血漿中

H⁺濃度と CO₂ 濃度に関係をする肺機能低下型、腎機能低下型、肺機能亢進型、および腎機能亢進型のストレス状態である。そこで、この章では、これらの慢性ストレス状態に、アシドーシスあるいはアルカローシスとなるタイプの異なる急性ストレスが加わった場合の緩衝作用について考えた。本実験の結果から、本研究の疲労群は、肺の機能亢進型のストレス状態であると考えられた。また、本研究の実験参加者は、学生であり、ほとんどの参加者が日常生活を健全に過ごしている。そのため、本研究における慢性ストレス感の強い疲労群は、未だ病態状態には陥っていないと考えられるので、セリエのストレス学説における警告反応期の反ショック相に位置している可能性が高いと考えられた。

4. 無自覚ストレスと唾液緩衝能

第3章までの研究で、唾液緩衝能に慢性的なストレス状態を識別する指標となる可能性が示された。しかしながら、本研究の重要な目的に1つは、ストレスによる身体変化(身体症状)は高いにも拘わらず、ストレスの自覚が低く、身体症状と身体感覚が乖離している状態の人々のストレス反応を検出する方法を検討することである。そこで、無自覚なストレス状態を検出する指標あるいは、その組み合わせを同定できれば、意識に上らないストレス状態を検出できると考えられた。

NASAなどを中心に微小重力の模擬実験に用いられているヘッドダウンチルト(HDT)は、下肢から上肢への血流の動態によって、生活体にはストレスとなると考えられる。しかしながら、宇宙飛行士や実験参加者の体験談からは、微小重力によって身体に受けているストレス負荷に比較して、精神的な負荷の印象がとて薄く感じられる。

そこで、本研究では、まずはじめに、HDTが本研究で用いられているような急性的なストレスになり得るかを検討した。その後、微小重力状態における身体的負荷と精神的負荷の相違に着目をして、慢性ストレス状態の客観的な指標に関する検討をおこなった。

その結果、7° HDTはストレスとしては殆ど意識には上らないが、体性感覚ではストレスとなっていたことが示された。また、重炭酸緩衝系の視点からは、HDTはH⁺増加型のストレスであると考えられた。

HDTにおける、疲労群と健康群の比較結果から、唾液緩衝能は、例え本人が自覚していなくとも、ストレス状態に応じた血漿中H⁺濃度上昇のような体内平衡変化を検出し得

る測度であることが示された。

5. ストレスの自覚的軽減と唾液緩衝能

上述したように、ストレスによる身体変化（身体症状）は高いにも拘わらず、ストレスの自覚が低く、身体症状と身体感覚が乖離している状態の人々のストレス反応を検出する方法を検討することを本研究の重要な目的の1つに挙げている。また、既存の代表的なストレス測度であるコルチゾールは、以前から、気分や感情に影響を受けやすいことが指摘されている（加藤ら，2006）。すなわち、コルチゾールは、ストレス測度として非常に優れているが、個人のストレッサー感受性によってはストレス状態を検出できない可能性を示している。そのために、本研究では、ストレス感や気分に影響され難いストレス測度を検索する必要があると考えた。したがって、第4章においては、ストレス負荷の自覚に左右されることなく、慢性ストレス状態を検出する測度としての唾液緩衝能の可能性について考えた。第5章では、ストレス状態にありながらストレスは解消されていると感じている状態や気分が高揚している状態においても、唾液緩衝能が慢性ストレス状態を検出し得るかを検討した。

ソーシャルサポートには、さまざまな先行研究によって、ストレスの軽減効果が報告されていることに着目をして、まず、ソーシャルサポートにストレス軽減効果があるかを、踏み台昇降運動場面を用いて実験的に検討した。その結果、情緒的サポートを受けることで、ストレスが軽減することが明らかとなった。

そこで次に、慢性ストレス強度の違う人たちに、それぞれ情緒的サポートのある場面とない場面を設定し、比較をすることで、情緒的サポートのおよぼすストレス軽減効果の実態と、唾液緩衝能の慢性ストレス検出指標としての可能性を検討した。その結果、唾液緩衝能では、情緒的サポート条件下の踏み台昇降運動課題においても、疲労群と健康群のストレス反応に有意な差が認められた。このことは、唾液緩衝能には、自覚的には“ストレスは解消された”と思っている人たちの本来のストレス反応を検出する可能性があることが示された。

第2節 ストレス反応と唾液生理指標

1. ストレッサーとストレス反応

本研究においては、ストレッサーのタイプによってストレス反応に違いがあることが示された。すなわち、精神的ストレッサー条件下では、課題への対処が能動的か受動的かに拘わらず、唾液緩衝能は増加し、視床下部－下垂体－副腎皮質（HPA）系ストレス反応は低下を示した。しかしながら、視床下部－交感神経－副腎髄質（カテコールアミン）系のストレス反応では、対処課題によって異なった反応を示した。

本研究における実験参加者は健常な学生を対象としているので、「疲労群」は、慢性ストレス感は強いが、未だ病態状態には陥っていないと考えられる。したがって、警告反応期の反ショック相に位置している可能性が高いと思われた。さらに、唾液緩衝能のストレス反応のパターンから、本研究の疲労群の多くは、肺の機能亢進型のストレス状態であったと考えられた。

正常な状態と機能亢進型のストレス状態とのストレッサー・タイプごとのストレス反応を Table.6-2-1 に示した。

すなわち、精神的ストレッサー条件では、唾液緩衝能は上昇し、コルチゾール濃度に代表される HPA 系ストレス反応と交感神経系のドーパミン系の反応は低下していた。また、快適感も下がった。しかしながら、精神的ストレッサー条件の能動的対処課題では、アドレナリン系の反応は変化をしなかったが、受動的対処課題では低下を示した。また、覚醒感では能動的対処課題において低下を示したが、受動的対処課題では変化を示さなかった。

身体的ストレッサー条件では、アドレナリン系においてもドーパミン系のストレス反応においても変化を示さなかった。しかしながら、能動的対処課題においては、正常では唾液緩衝能および HPA 系のストレス反応には変化がなかったのに対して、機能亢進型のストレス状態では課題によって低下を示した。受動的対処課題においては、唾液緩衝能は課題によって上昇したが、交感神経系ではアドレナリン系、ドーパミン系共に変化を示さなかった。

Table.6-2-1 ストレス課題とストレス反応の関係

ストレス 実験で用 いた課題 条件	ストレス状 態	結果 HCO ₃ ⁻ CO ₂	唾液緩 衝能	HPA系ス トレス反 応	交感神経系ス トレス状 態		気分評定		対 処 課 題	
					アドレナ リン系	ドーパミ ン系	快適感	覚醒感		
精神的	暗算	健康群	↑↑↑ ↓	↑	↓	→	↓	↓	↓	能動的 対処
		疲労群	↑ ↓↓↓	↑	↓	→	↓	↓	↓	
	騒音暴露	健康群	↑↑ ↓	↑	↓	↓	↓	↓	→	受動的 対処
		疲労群	↑ ↓↓↓	↑	↓	↓	↓	↓	→	
身体的	踏み台 昇降運 動	健康群	↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↓	→	→	→	→	↑	↑	能動的 対処
		疲労群	↑↑↑↑↑ ↓	↓	↓	→	→	↑	↑	
	かけ声	健康群	↑ ↓	↑	→	→	→	→	→	受動的 対処
		疲労群	↑↑ ↓	↑	↓	→	→	→	↑	
	情緒的 支援条 件の踏 み台昇 降運 動	健康群	↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↓	→	↓	↑	→	↑	↑	能動的 対処
		疲労群	↑↑↑↑↑ ↓	↓	↓	↑	→	↑	↑	
	ヘッドダ ウンチ ルト(HDT)	健康群	↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↓	→	↑	↑	→	→	→	受動的 対処
		疲労群	↑↑↑↑↑ ↓	↓	↑	↑	→	→	→	

また、本研究では、急性的な身体ストレスを受けていることを自覚していない状態と、ストレスは解消したと感じている状態を設定した。前者のストレスとしてはHDTを、後者は情緒的サポートを受ける条件を用いることで、ストレス感や気分がおよぼす影響を検討した。これら二つのストレスは、HDTは受動的対処課題であり、情緒的サポート条件の踏み台昇降運動は能動的対処課題である。

自覚の少ない身体的ストレス条件下の能動的対処課題では、正常、肺機能亢進型ストレス状態共に、HPA系のストレス反応は降下を示し、交感神経のアドレナリン系のストレス反応は上昇したのに対して、ドーパミン系では変化を示さなかった。さらに、快適感および覚醒感は共に上昇していた。しかしながら、唾液緩衝能では、正常では変化を示さなかったのに対して、肺機能亢進型のストレス状態では降下を示した。また、自覚の少ない身体的ストレス条件下の受動的対処課題では、正常、肺機能亢進型ストレス状態共に、HPA系とアドレナリン系のストレス反応では上昇を示し、ドーパミン系では変化を示さなかった。また、気分では、快適感および覚醒感は変化を示さなかった。一方、唾

液緩衝能においては、正常では変化を示さなかったのに対して、肺機能亢進型ストレス状態では降下を示した。

2. ストレス指標としての唾液試料の可能性

2.1 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾールは、上表（Table.6-2-1）で示したように、特に、本研究における身体的ストレス条件において、能動的対処課題においても受動的対処課題においても、正常状態ではストレスによって変化を示さなかったのに対して、ストレス状態ではストレスによって低下を示した。したがって、ストレス反応を非常に良く表現する指標であることがわかる。

しかしながら、自覚のない身体的ストレス条件では、能動的対処課題においては、実験参加者のストレス状態に関係なく低下を示した。また、受動的対処課題においては、ストレス状態には関係なく上昇を示した。このことは、コルチゾール濃度は、ストレス状態を測定しようとしたときには、その時の気分や感情に、少なからず、その反応が影響を受けると考えられる。

2.2 唾液中 MHPG 濃度

MHPG 濃度は、ノルアドレナリンの最終代謝産物である。本研究においては、精神的ストレス条件では変化しないか、低下を示した。また、身体的ストレス条件では、自覚のないストレスにおいて上昇を示している。また、本研究ではアドレナリン系のストレス反応である MHPG 濃度と覚醒感との間に正の相関が見いだされた。これは、交感神経活動および身体活動の活性化の結果であると考えられる。また、HDTにおいても MHPG 濃度は上昇を示した。すなわち、MHPG 濃度は、中枢へ働きかける急性ストレスに敏感な反応を示すと考えられる。

2.3 唾液中 HVA 濃度

HVA は、ドーパミンの最終代謝産物として知られている。本研究においては、精神的ストレス条件では低下を示したが、身体的ストレス条件ではいずれの課題におい

でも変化を示さなかった。したがって、ストレス状態や急性ストレッサーに直接的に反応をする指標とは言い難い。しかしながら、前日の睡眠時間との間に負の相関が認められ、睡眠時間が短いほど HVA 濃度が高くなる傾向が認められた。

睡眠と下垂体前葉で合成分泌される成長ホルモン (growth hormone; GH) との関係はよく知られており、成長ホルモン分泌に視床下部のドーパミン作動性神経が影響する因子であることもよく知られている (本郷・広重・豊田, 2005)。すなわち、ドーパミンと覚醒との間には深い関わりがあると考えられる。したがって、HVA 濃度を測定することは、睡眠の客観的な指標ともなり得る可能性が考えられ、ストレス関連指標として可能性が示された。

2.4 唾液クロモグラニン A 濃度

クロモグラニン A は、上述したように、クロム親和細胞からアドレナリンあるいはノルアドレナリンが分泌されるときに、同時に放出される物質である。このことから、アドレナリン系のストレス反応の、特に精神的なストレッサーに反応を示す指標として使用されている。

しかしながら、本研究においては、各種のストレッサー課題に対して、あまり芳しい結果を得ることができなかった。

唾液中クロモグラニン A には、運動刺激によって増加した血中カテコールアミン類との相関が認められている報告や血漿中から唾液への滲出には約 4 分間のタイムラグがあることも報告されている (内藤・松本・室, 2003 ; 内藤・松本・室, 2005)。一方、MHPG の血漿中から唾液への滲出には、10 ~ 20 分の時間を要することが知られている (Yang, Yehuda., Holland & Knott, 1997)。

本研究では、唾液採取を課題の直後および 10 分後におこなっている。したがって、本研究における唾液中 MHPG 濃度の反応とクロモグラニン A との反応の不一致は、この唾液への滲出時間の相違によるものと考えられる。唾液中コルチゾール濃度や MHPG 濃度および HVA 濃度などと同時に測定することが困難であるということであろう。これらのことは、唾液中のクロモグラニン A 活性を測定する場合、唾液採取時間を考慮する必要があることを示唆していると考えられる。

3. 唾液生理測度の慢性ストレス指標への可能性

これまで述べてきた通り、唾液中のコルチゾール濃度、MHPG 濃度および HVA 濃度などの生理測度は、前者は HPA 系の、後者はカテコールアミン系のストレス反応物質である。そのために、ストレスの種類によって反応性は異なるものの、本研究では急性のストレスによる生活体の反応を敏感に検出するストレス指標であることが示された。また、これらの生理指標は、自覚されないストレスを受けたときにもストレス反応を検出し得ることも見いだされた。しかしながら、ストレスが自覚的に軽減される条件においては、HPA 系のストレス反応は快感など、気分の改善の影響を強く受けることが示された。また、カテコールアミン系のストレス反応である MHPG も、気分高揚の影響を強く受けると考えられた。一方、慢性ストレス検出に関しては、唾液緩衝能に慢性ストレス状態を識別しうる可能性が見いだされた。さらに、唾液緩衝能は、自覚されないストレス条件においても、自覚的なストレス軽減条件においても、蓄積されたストレスによる身体状態を識別し得ると考えられた。すなわち、ストレスに気づかない状態やストレスは改善されたと感じているストレス状態においても、生活体の身体状態を識別する可能性が示された。

ストレスマネジメントを考えると、本来の身体状況を把握することなく、気分や高揚感のみでストレス状態を判断してストレス場を放置することで、重篤なストレス状態になってしまう可能性は否定できない。本研究では唾液緩衝能は、その場の気分や感情に影響されることなく、身体的なストレス状態のモニタリングが可能になり、ストレスの気づきをもたらす重要な指標となり得る可能性が示されたと考えられる。

第3節 慢性化した病態の重炭酸緩衝系

1. 病態の慢性ストレス状態と重炭酸緩衝系

1.1 実験参加者と慢性ストレス状態

本研究の実験参加者は、日常に支障をきたすことなく生活している健常な学生であった。本研究の実験結果からは、「疲労群」はストレス学説における反ショック相に位置している可能性が示された。したがって、慢性的なストレス状態であっても病態状態にまでは陥っていないと考えられる。

そこで、重炭酸緩衝系は、その平衡式から反応性が予想できる特長を活かして、本研究の実験参加者よりも、より病態状態にある場合を考えたい。

1.1.1 重炭酸緩衝系に影響するストレス

本研究の第4章においては、重炭酸緩衝系におよぼす慢性ストレス状態について考えた。

重炭酸緩衝系は、 $H^+ + HCO_3^- \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons H_2O + CO_2$ の平衡式からなるので、緩衝能に影響する場合のストレス状態としては、Table.2-5-1の平衡式に照らし合わせて4つのパターンが考えられた。すなわち、血漿中 CO_2 濃度が増加する場合、血漿中 H^+ 濃度が増加する場合、血漿中 CO_2 濃度が減少する場合および、血漿中 H^+ 濃度あるいは HCO_3^- 濃度が減少する場合である。そこで次に、病態状態の慢性ストレス状態に、アシドーシスあるいはアルカローシスとなる急性ストレスが加わった場合の緩衝作用について考える。

1.2 病態化した肺機能低下型のストレス状態 - 血漿中 CO_2 濃度増加 -

血漿中 CO_2 濃度が増加する場合、第一に考えられるのは肺機能の低下による換気不全である。 $H^+ + HCO_3^- \leftarrow H_2CO_3 \leftarrow H_2O + CO_2$ 方向の作用により H^+ 濃度が増大して酸血症がもたらされる。すなわち、呼吸性アシドーシスが主たる病態である。呼吸不全が数日持続すると、腎臓の代償 (H^+ の排泄増大) のため、酸血症は是正され、 HCO_3^- はさらに増大する (下表1段目)。

1.2.1 血漿中 H^+ 濃度増加タイプのストレス場面

病態化した肺機能低下型の人に不揮発性酸性物質が増加するようなストレスに曝された場面には、ストレスによって起こる変化 (H^+ の増大) 以前に、Table.6-3-2の1

段目に示した状態にあると考えられる。すなわち、 H^+ の増大、 HCO_3^- の増大、および CO_2 の増加した状態である。

Table.6-3-2 慢性化した肺機能低下状態に H^+ 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2
1段目	肺機能低下	↑↑		↑↑↑↑	\rightleftharpoons	↑↑	\rightleftharpoons	↓↓↓↓		↑↑
2段目	ストレッサーによって起こる変化	↑↑↑↑								
3段目	重炭酸緩衝系の作用	↓								
	最初の变化に近い平衡式	↓↓↓↓	-	↓↓↓↓	-	↑↑↑↑				
3段目	重炭酸緩衝系の作用					↓↓↓↓	-	↑↑↑↑	-	↑↑↑↑
	最初の变化から遠い平衡式					↓		↓		↓
4段目	ここまでの総和	↑↑↑		↓↓↓	\rightleftharpoons	↑↑↑↑	\rightleftharpoons			↑↑↑↑
5段目	呼吸による代謝									↓↓↓↓
6段目	重炭酸緩衝系の作用					↓↓	-	↑↑	-	↑↑
	呼吸による代謝	↓	-	↓	-	↑				
7段目	すべての総和	↑↑		↓↓↓↓	\rightleftharpoons	↑↑↑↑	\rightleftharpoons	↑↑		↑↑↑

重炭酸平衡式では、より大きな変化を緩衝する方向に作用するので、ここでは $H^+ \rightarrow CO_2$ の方向に緩衝が進む。反応は一端、平衡状態になった後、呼吸代謝による代償がおこなわれる。このとき、肺機能低下状態では、通常よりも少ない代償がおこなわれると考えられる。この後、呼吸代謝によって崩された平衡状態を重炭酸緩衝系が緩衝し、 HCO_3^- 濃度の減少 ($\downarrow \times 4$) と CO_2 濃度の増大 ($\uparrow \uparrow \uparrow$) がもたらされるであろう。

1.2.2 血漿中 HCO_3^- 濃度増加タイプのストレッサー場面

病態化した肺機能低下型の人における、血漿中 HCO_3^- 濃度が増大するようなストレッサー場面に関して、Table.6-3-3 にその緩衝作用を示した。

1段目は、慢性化した肺機能低下によって血漿中に起こる変化を示している。さらに、2段目の変化を受けて、重炭酸緩衝系が3段目の方向に作用する。このとき、 HCO_3^- は最初の変化よりは緩和されるが、 H^+ は低下し、 CO_2 は増加した状態で重炭酸緩衝系の化学平衡 (\rightleftharpoons) が一応保たれる。この後、肺が分担すべき負荷をこなすために、肺の機能が代償性に亢進する。しかし、肺機能低下型の場合は、換気が誘発されるも通常よりは少ない代償になると考えられる。これらすべての作用の結果、 HCO_3^- は緩衝されるが、結果的には増大したままの状態となる。しかしながら、 H^+ は低下しており、高 CO_2 も代償された状態となる。

Table.6-3-3 慢性化した肺機能低下状態に HCO₃⁻濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

	H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂	
1段目	腎機能低下	↑↑	↑↑↑↑ ↑	⇌	↑↑	⇌	↓↓↓ ↓		↑↑	
2段目	ストレスラーによって起こる変化		↑↑↑↑ ↑							
3段目	重炭酸緩衝系の作用	最初の変化に近い平衡式	↓↓↓	-	↓↓↓	-	↑↑↑			
		最初の変化から遠い平衡式					↓↓	-	↑↑	
4段目	ここまでの総和	↓	↑↑↑↑ ↑↑↑	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑		↑↑↑↑	
5段目	呼吸による代謝								↑↑↑↑ ↑↑	
6段目	重炭酸緩衝系の作用	呼吸による代謝に近い平衡式				↓↓	-	↑↑	-	↑↑
		呼吸による代謝から遠い平衡式	↓	-	↓	-	↑			
7段目	すべての総和	↓↓	↑↑↑↑ ↑↑↑	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑			

1.2.3 血漿中 CO₂ 濃度増加タイプのストレスラー場面

病態化した肺機能低下型の人の血漿中 CO₂ 濃度が増大するようなストレスラー場면을下表に示した (Table.6-3-4)。

Table.6-3-4 慢性化した肺機能低下状態に CO₂ 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

	H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性的な肺機能低下状態	↑↑	↑↑↑↑ ↑	⇌	↑↑	⇌	↓↓↓ ↓		↑↑
2段目	ストレスラーによって起こる変化								↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↑
3段目	重炭酸緩衝系の作用	最初の変化に近い平衡式			↑↑↑↑ ↑↑	-	↓↓↓ ↓↓	-	↑↑↑↑ ↑↑
		最初の変化から遠い平衡式	↑↑↑	-	↑↑↑	-	↓↓↓		
4段目	ここまでの総和	↑↑↑↑ ↑	↑↑↑↑ ↑↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑	⇌	↓↓↓ ↓↓		↑↑↑↑ ↑
5段目	腎臓による代謝	↓↓↓							
6段目	重炭酸緩衝系の作用	呼吸による代謝に近い平衡式	↑↑↑	-	↑↑↑	-	↓↓↓		
		呼吸による代謝から遠い平衡式					↑↑	-	↑↑
7段目	緩衝・代謝の結果	↑↑↑↑ ↑	↑↑↑↑ ↑↑↑	⇌	↑↑↑↑	⇌	↓↓↓ ↓↓		↑↑↑↑

表の 1 段目は、慢性的な肺機能低下によって血漿中に起こる変化を示している。加えて急性ストレスラーによって CO₂ 濃度の増大がおこると考えられるので、重炭酸緩衝系は CO₂ 増大を打ち消す方向に作用すると考えられる。緩衝・代謝の結果、HCO₃⁻濃度の増大 (↑×11) と CO₂ 濃度の増大 (↑↑↑) の状態になると考えられる。

1.2.4 血漿中 H⁺ 濃度減少タイプのストレスラー場面

病態化した肺機能低下型の人々が不揮発性酸性物質が減少するようなストレスラーに曝された場面では、急性ストレスラーによって起こる変化 (H⁺の減少) 以前に、HCO₃⁻濃度

の増大、CO₂ 濃度の上昇が認められると考えられる (Table.6-3-5)。重炭酸平衡式では、より大きな変化を緩衝する方向に作用するので、ここでは H⁺ ← CO₂ の方向に緩衝が進む。反応が一端、平衡状態になるがその後、呼吸代謝による代償がおこなわれる。このとき、肺機能低下状態では、通常よりも少ない代償がおこなわれると考えられる。この後、呼吸代謝によって崩された平衡状態を重炭酸緩衝系が緩衝し、はじめの CO₂ 濃度の増大 (↑↑) は代償されるが、HCO₃⁻濃度の減少 (↑×11) がもたらされる。

Table.6-3-5 慢性化した肺機能低下状態に H⁺濃度降下変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性な肺機能低下状態	↑↑		↑↑↑↑↑ ↑	⇌	↑↑	⇌	↓↓↓↓↓ ↓		↑↑
2段目	ストレッサーによって起こる変化	↓↓↓↓↓ ↓								
3段目	重炭酸緩衝系の作用	↑↑↑↑↑ ↑	-	↑↑↑↑↑ ↑	←	↓↓↓↓↓ ↓				
	最初の变化に近い平衡式 最初の变化から遠い平衡式					↑↑↑↑↑	←	↓↓↓↓↓	-	↓↓↓↓↓
4段目	ここまでの総和	↓↓		↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑	⇌	↑	⇌	↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓ ↓		↓↓
5段目	呼吸による代謝									↑↑↑↑↑
6段目	重炭酸緩衝系の作用					↑↑	←	↓↓	←	↓↓
	呼吸による代謝に近い平衡式 呼吸による代謝から遠い平衡式	↑	-	↑	←	↓				
7段目	緩衝・代謝の結果	↓		↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑	⇌	↑↑	⇌	↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓		

1.2.5 血漿中 CO₂ 濃度減少タイプのストレッサー場面

病態化した肺機能低下型のストレス状態に、血漿中 CO₂ 濃度が増加するような急性ストレッサーが曝露された場合を Table.6-3-6 に示した。

Table.6-3-6 慢性化した肺機能低下状態に CO₂ 濃度減少が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性な肺機能低下状態	↑↑		↑↑↑↑↑ ↑	⇌	↑↑	⇌	↓↓↓↓↓ ↓		↑↑
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓ ↓
3段目	重炭酸緩衝系の作用					↓↓↓↓↓ ↓↓	→	↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑	→	↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑
	最初の变化に近い平衡式 最初の变化から遠い平衡式	↓↓↓	-	↓↓↓	←	↑↑↑				
4段目	ここまでの総和	↓		↑↑	⇌	↓	⇌	↑		↓
5段目	腎臓による代謝	↑								
6段目	重炭酸緩衝系の作用									
	腎臓による代謝に近い平衡式 腎臓による代謝から遠い平衡式									
7段目	すべての総和			↑↑	⇌	↓	⇌	↑		↓

肺機能の低下による CO₂ 濃度の増大よりも急性ストレッサーによる CO₂ 濃度の減少の

方が大きな変化であると考えられるので、重炭酸緩衝系は CO_2 減少を打ち消す方向に作用すると考えられる（3 段目）。緩衝の結果、 HCO_3^- 濃度は緩衝され（↑↑）と CO_2 濃度の減少（↓）の状態になると考えられる。その後、腎代謝による代償作用がおこり、最終的には HCO_3^- 増大（↑↑）、 CO_2 濃度の減少（↓）の状態となると考えられる（7 段目）。

1.3 病態化した腎機能低下型のストレス状態－血漿中 H^+ 濃度増加－

血漿中の H^+ 濃度が増加している状態は、不揮発性酸性物質が腎から排泄されにくい場合に起こりうる。また、脂肪や糖などの生活体のエネルギー物質の無機的代謝が亢進し、血漿中にケトン体や乳酸が増大した場合にも、 H^+ が解離するので、 H^+ 濃度の増加が起こりうる。これらは、腎不全、糖尿病性ケトアシドーシス、乳酸性アシドーシスとして知られている。このとき、血漿では、 HCO_3^- の減少がみとめられる。呼吸は、酸血症と重炭酸緩衝系でもたらされる高 CO_2 血症の両方により、代償的に強く刺激されるため、結果としては低 CO_2 血症がもたらされる（下表 1 段目）。

1.3.1 血漿中 H^+ 濃度増加タイプのストレス場面

病態化した腎機能低下型の人々が、 H^+ 濃度の上昇がもたらされるストレス場面を迎えた場合を Table.6-3-7 に示した。

Table.6-3-7 では、 H^+ 濃度の増大を緩衝する方向に作用が進み、 HCO_3^- 濃度の減少（↓×14）、 CO_2 濃度の増大（↑×4）で一応、平衡状態となる（4 段目）。しかし、すぐに肺が分担すべき負荷をこなすために呼吸増大がおこる。この代償によって血漿中の CO_2 が大幅に減少をして、化学的平衡状態を崩す結果となる。このため、再び重炭酸緩衝系が作用して、最終的には、ストレスによって増大した H^+ は緩衝されるが、 HCO_3^- は大幅に減少（↓×15）し、 CO_2 濃度は少し低下した（↓）状態となる。

Table.6-3-7 慢性化した腎機能低下状態に H⁺濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

	H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性的な腎機能低下状態	↑↑	↓↓↓ ↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑ ↑		↓
2段目	ストレスラーによって起こる変化	↑↑↑↑ ↑							
3段目	重炭酸緩衝系の作用	↓	⇌	⇌	↑↑↑↑				
	最初の变化に近い平衡式	↓	⇌	⇌	↑↑↑↑				
3段目	重炭酸緩衝系の作用				↓↓↓ ↓	⇌	↑↑↑↑	⇌	↑↑↑↑
	最初の变化から遠い平衡式				↓↓↓ ↓	⇌	↑↑↑↑	⇌	↑↑↑↑
4段目	ここまでの総和	↑↑↑	↓↓↓ ↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑↑↑		↑↑↑↑
5段目	呼吸による代謝								↓↓↓ ↓
6段目	重炭酸緩衝系の作用				↓↓↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑
	呼吸による代謝に近い平衡式				↓↓↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑
6段目	重炭酸緩衝系の作用	↓	⇌	⇌	↑↑				
	呼吸による代謝から遠い平衡式	↓	⇌	⇌	↑↑				
7段目	すべての総和	↑	↓↓↓ ↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑↑↑		↓

1.3.2 血漿中 HCO₃⁻濃度増加タイプのストレスラー場面

次に、精神的ストレスラー条件のような HCO₃⁻濃度が増大する場面について考える (Table.6-3-8)。

Table.6-3-8 腎機能低下状態に HCO₃⁻濃度上昇の変化が起きたときの緩衝作用

	H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性的な腎機能低下状態	↑↑	↓↓↓ ↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑ ↑		↓
2段目	ストレスラーによって起こる変化		↑↑↑↑ ↑						
3段目	重炭酸緩衝系の作用	↓	⇌	⇌	↑↑↑				
	最初の变化に近い平衡式	↓	⇌	⇌	↑↑↑				
3段目	重炭酸緩衝系の作用				↓↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑
	最初の变化から遠い平衡式				↓↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑
4段目	ここまでの総和	↓	↑	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑↑↑		↑
5段目	呼吸による代謝								↓↓↓ ↓
6段目	重炭酸緩衝系の作用				↓↓↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑
	呼吸による代謝に近い平衡式				↓↓↓	⇌	↑↑↑	⇌	↑↑↑
6段目	重炭酸緩衝系の作用	↓	⇌	⇌	↑↑				
	呼吸による代謝から遠い平衡式	↓	⇌	⇌	↑↑				
7段目	すべての総和	↓↓↓	↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑↑↑		

ストレスラーによって HCO₃⁻濃度増加が引き起こされる (2 段目)。平衡式への変化を受けて、重炭酸緩衝系が 3 段目の方向に作用する。これら緩衝作用の結果が、3 段目に示されている。すなわち、HCO₃⁻は最初の変化よりは緩和されるが、H⁺は低下し、CO₂ は増加した状態で重炭酸緩衝系の化学平衡 (⇌) が保たれている。しかしながら、腎機能低下によって、予め H⁺が上昇しているの、通常よりは緩衝後の H⁺低下が緩やかである。

この後、肺が分担すべき負荷をこなし、肺の機能が代償性に亢進する。この呼吸によって血漿中 CO₂ が減少し、平衡が崩されたために再び重炭酸緩衝系が動き出す (6 段目上

下)。今度は、CO₂ の減少を打ち消す方向に化学反応が進むために、H⁺ → CO₂ の方向に作用する。これらすべての作用の結果、HCO₃⁻は緩衝された状態 (↓) となった。しかしながら、H⁺は低下 (↓↓↓) しており、CO₂ も代償されていると考えられる。

1.3.3 血漿中 CO₂ 濃度増加タイプのストレッサー場面

病態化した腎機能低下型のストレス状態の人が、血漿中 CO₂ 濃度が上昇する急性ストレッサーに曝された場面の緩衝作用を Table.6-3-9 に示した。

重炭酸緩衝系では、より大きな変化を緩衝する方向に作用が進むので、CO₂ を減少させる (H⁺ ← CO₂) 方向に反応が進む。この緩衝作用の結果、HCO₃⁻濃度は減少 (↓↓) し、CO₂ の増大が緩衝された状態 (↑↑) で、一応の平衡を保つ (4 段目)。この後、腎代謝が進むのであるが、腎による代償は数時間から数日単位に進む。これらの緩衝・代償作用の結果、最終的には HCO₃⁻の減少は緩衝され、CO₂ の少しの増加 (↑) の状態となる。

Table.6-3-9 腎機能低下状態に CO₂ 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性的な腎機能低下状態	↑↑		↓↓↓↓↓ ↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑		↓
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑ ↑
3段目	重炭酸緩衝系の作用	最初の变化に近い平衡式				↑↑↑↑↑ ↑↑	-	↓↓↓↓↓ ↓↓	-	↓↓↓↓↓ ↓↓
		最初の变化から遠い平衡式	↑↑↑	-	↑↑↑	-	↓↓↓			
4段目	ここまでの総和	↑↑↑↑↑ ↑		↓↓	⇌	↑↑↑↑↑ ↑	⇌	↓		↑↑
5段目	腎臓による代謝	↓↓↓								
6段目	重炭酸緩衝系の作用	呼吸による代謝に近い平衡式	↑↑	-	↑↑	-	↓↓			
		呼吸による代謝から遠い平衡式					↑	-	↓	-
7段目	緩衝・代謝の結果	↑↑↑↑↑			⇌	↑↑↑↑↑	⇌	↓↓		↑

1.3.4 血漿中 H⁺ 濃度減少タイプのストレッサー場面

慢性化した腎機能低下型のストレス状態の人が、血漿中の H⁺濃度が低下する急性ストレッサー場面を迎えた場合に起こる変化を以下に示した (Table.6-3-10)。

慢性的に腎機能の低下している状態であるが、急性ストレッサー負荷による H⁺濃度の上昇が大きい場合、重炭酸緩衝系は H⁺濃度を減少させる方向に作用すると考えられる。その結果、HCO₃⁻濃度が増大 (↑) し、CO₂ 濃度が減少 (↓×5) 状態で一端の平衡を保つ。しかしながら、すみやかに呼吸による代謝がおこなわれる。このときの代謝は、H⁺

濃度減少と CO₂ 濃度の減少の刺激が重なっているため、とても大きなものとなる。また、一応の平衡状態（4 段目）を崩す変化でもあるので、再び重炭酸緩衝系が動き出す。これらの代償・緩衝の結果、HCO₃⁻は増大（↑↑↑）し、CO₂ は減少（↓）する状態になると考えられる。

Table.6-3-10 腎機能低下状態に H⁺濃度降下変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性的な腎機能低下状態	↑↑		↓↓↓↓↓ ↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑		↓
2段目	ストレスラーによって起こる変化	↓↓↓↓↓ ↓								
3段目	重炭酸緩衝系の作用	↑↑↑↑	-	↑↑↑↑	-	↓↓↓↓↓ ↓				
	最初の变化に近い平衡式					↑↑↑	-	↓↓↓	-	↓↓↓
3段目	最初の变化から遠い平衡式					↑↑↑	-	↓↓↓	-	↓↓↓
4段目	ここまでの総和	↓		↑	⇌	↓	⇌	↑↑		↓↓↓↓
5段目	呼吸による代謝									↑↑↑↑ ↑↑
6段目	重炭酸緩衝系の作用					↑↑↑	-	↓↓↓	-	↓↓↓
	呼吸による代謝に近い平衡式					↑↑↑	-	↓↓↓	-	↓↓↓
6段目	呼吸による代謝から遠い平衡式	↑↑	-	↑↑	-	↓↓				
7段目	緩衝・代謝の結果	↑		↑↑↑	⇌		⇌	↓		↓

1.3.5 血漿中 CO₂ 濃度減少タイプ型のストレスラー場面

腎機能低下型のストレス状態では、H⁺濃度の増大が起こっている。ここに、血漿中 CO₂ 濃度を低下させる新たなストレスラーが加わった場合を Table.6-3-11 に示した。

Table.6-3-11 腎機能低下状態に CO₂ 濃度降下変化が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性的な腎機能低下状態	↑↑		↓↓↓↓↓ ↓	⇌	↑↑	⇌	↑↑↑↑ ↑		↓
2段目	ストレスラーによって起こる変化									↓↓↓↓↓ ↓
3段目	重炭酸緩衝系の作用					↓↓↓↓↓ ↓	-	↑↑↑↑	-	↑↑↑↑
	最初の变化に近い平衡式					↓↓↓↓↓ ↓	-	↑↑↑↑	-	↑↑↑↑
3段目	最初の变化から遠い平衡式	↓↓↓↓↓ ↓	-	↑↑↑↑	-	↑↑↑				
4段目	ここまでの総和	↓↓↓		↓↓↓↓↓ ↓	⇌	↓	⇌	↑↑↑↑ ↑↑↑↑		↓↓
5段目	腎臓による代謝	↑↑								
6段目	重炭酸緩衝系の作用	↑↑	-	↑↑	-	↑↑				
	腎による代謝に近い平衡式					↑↑	-	↑	-	↑
6段目	腎による代謝から遠い平衡式					↑↑	-	↑	-	↑
7段目	すべての総和	↓↓↓		↓↓↓↓↓ ↓	⇌		⇌	↑↑↑↑ ↑↑↑↑		↓

腎機能の低下によって H⁺濃度の上昇が起こっているが、課題による CO₂ 濃度の減少の方が変化が大きいと考えられるので、重炭酸緩衝系は H⁺ ← CO₂ の方向に作用すると考えられる（3 段目）。緩衝の結果、HCO₃⁻濃度の減少（↓×9）と CO₂ 濃度の減少

(↓↓) が起こる。その後、腎臓が負担すべき負荷をこなすのであるが、腎による代謝は数時間から数日かけておこなわれることが知られている。その結果として、 HCO_3^- 濃度の減少(↓×12)と CO_2 濃度の減少(↓)が起こると考えられる。

1.4 病態化した肺機能亢進型のストレス状態－血漿中 CO_2 濃度減少－

血漿中 CO_2 濃度が減少する場合の代表的な状態は、肺機能が亢進する状態であり、呼吸性アルカローシスである。病態化した状態は、いわゆる、過換気症候群である。過換気が数日持続すると、腎臓の代償のために H^+ の排泄低下して、アルカリ血症は是正されるが、 HCO_3^- はさらに減少を示す(下表1段目)。

1.4.1 血漿中 H^+ 濃度増加タイプのストレッサー場面

慢性化した肺機能亢進状態に、血漿中 H^+ 濃度が上昇するようなストレス反応が起こった場合の緩衝作用を Table.6-3-12 に示した。

Table.6-3-12 肺機能亢進状態に H^+ 濃度増加が起きたときの緩衝作用

	H^+	+	HCO_3^-	⇌	H_2CO_3	⇌	H_2O	+	CO_2	
1段目	慢性な肺機能亢進状態	↓↓			↓↓↓	⇌	↓↓	⇌	↑↑↑↑ ↑	↓↓
2段目	ストレッサーによって起こる変化	↑↑↑↑								
3段目	重炭酸緩衝系の作用	↓			↑↑↑↑	⇌	↑↑↑↑			
4段目	ここまでの総和	↑↑			↓↓↓	⇌	⇌	↑↑↑↑		↑
5段目	呼吸による代謝									↑↑↑↑ ↑
6段目	重炭酸緩衝系の作用	↓			↑↑↑↑	⇌	↑↑↑↑			↑
7段目	緩衝・代謝の結果	↓			↓↓↓	⇌	⇌	↑↑↑↑		↓↓

重炭酸緩衝系は変化を和らげる方向に作用するので、急性ストレッサーによる H^+ 上昇が大きい場合は、 $\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2$ の方向に作用する。その結果、 HCO_3^- 濃度の増大(↑×10)と CO_2 濃度の増加(↑)の状態になって、平衡状態となる(4段目)。その後、すみやかに肺が負荷の分担をおこなうために代償を始める。このとき、肺機能が亢進しているので、通常よりも呼吸による代償作用は大きくなる。しかし、肺機能が亢進している場合は、さらに大きな代償となると思われる(5段目)。この代償は、4段目の平衡状態を崩す動きなので、再び重炭酸緩衝系が作用する。これら緩衝・代償の結果、 HCO_3^- は減少(↓×13)し、 CO_2 は減少(↓↓)した状態となると考えられる。

1.4.2 血漿中 HCO₃⁻濃度増加タイプのストレッサー場面

Table.6-3-13 には、慢性的な肺機能亢進によって起きる状態に加えて、ストレッサーによって HCO₃⁻濃度の上昇が引き起こされた場合が示されている。このとき、重炭酸緩衝系はより大きな変化を緩衝する方向に作用するので、H⁺ → CO₂ の方向に反応が進む。この緩衝によって、いったん平衡が保たれるが、呼吸の代償作用によって再び平衡が崩される。このとき、肺機能が亢進しているので、通常よりも呼吸による代償作用は大きくなると考えられる（5 段目）。次に、呼吸によって崩された平衡を緩衝する方向に重炭酸緩衝系が反応する。これらの緩衝・代償の結果、最終的には、HCO₃⁻は緩衝するが、CO₂ は最初よりも減少する（↓×5）と考えられる（7 段目）。

Table.6-3-13 肺機能亢進状態に HCO₃⁻濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

	H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	↓↓↓		↓↓↓ ↓	⇌	↓↓	⇌	↑↑↑ ↑		↓↓
2段目			↑↑↑ ↑↑↑ ↑						
3段目	↑↑↑	-	↓↓↓	-	↑↑↑				
4段目	↑↑↑ ↓		↑	⇌	↓	⇌	↑↑↑ ↑↑↑		
5段目									↑↑↑ ↓ ↓ ↓
6段目	↓	-	↓	-	↑				
7段目	↑↑↑ ↓			⇌	↓↓	⇌	↑↑↑ ↑		↓ ↓ ↓

1.4.3 血漿中 CO₂ 濃度増加タイプのストレッサー場面

慢性化した肺機能亢進型のストレス状態の人が、血漿中 CO₂ 濃度が大幅に増加するストレッサーに曝された場合を下表に示した（Table.6-3-14）。

重炭酸緩衝系は、より大きな変化を緩衝する方向に作用するので、CO₂ を減少させる方向に反応が進む（3 段目）。この緩衝の結果、HCO₃⁻濃度は減少（↓）し、CO₂ 濃度のストレッサーによる増加は緩衝される（↓）。その後、数時間から数日をかけて、腎機能による代謝がおこなわれる（5 段目）。これらの緩衝・代償の結果、最終的には HCO₃⁻濃度は増大（↑↑↑↑）し、CO₂ 濃度は減少（↓×5）した状態になると考えられる。

Table.6-3-14 肺機能亢進状態に CO₂ 濃度増加が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性的な肺機能亢進状態	↓↓		↓↓↓↓↓ ↓	∞	↓↓	∞	↑↑↑↑ ↑		↓↓
2段目	ストレッサーによって起こる変化									↑↑↑↑ ↑
3段目	重炭酸緩衝系の作用	最初の変化に近い平衡式				↑↑↑↑ ↑↑↑↑	-	↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓	-	↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓
		最初の変化から遠い平衡式	↑↑↑↑	-	↑↑↑↑	-	↓↓↓↓↓			
4段目	ここまでの総和	↑↑		↓	∞	↑	∞	↓↓		↓
5段目	腎臓による代謝	↓↓↓↓↓ ↓↓↓								
6段目	重炭酸緩衝系の作用	腎による代謝に近い平衡式	↑↑↑↑	-	↑↑↑↑	-	↓↓↓↓↓ ↓			
		腎による代謝から遠い平衡式					↑↑↑↑	-	↓↓↓↓↓	-
7段目	すべての総和	↑		↑↑↑↑	∞		∞	↑↑↑↑ ↑↑		↓↓↓↓↓ ↓

1.4.4 血漿中 H⁺ 濃度減少タイプのストレッサー場面Table.6-3-15 肺機能亢進状態に H⁺濃度減少が起きたときの緩衝作用

		H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	慢性的な肺機能亢進状態	↓↓		↓↓↓↓↓ ↓	∞	↓↓	∞	↑↑↑↑ ↑		↓↓
2段目	ストレッサーによって起こる変化	↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↑↑↑↑								
3段目	重炭酸緩衝系の作用	最初の変化に近い平衡式	↑↑↑↑	-	↑↑↑↑	-	↓↓↓↓↓ ↓↓↓↓↓			
		最初の変化から遠い平衡式					↑↑↑	-	↓↓↓	-
4段目	緩衝の結果	↓		↑	∞	↓↓↓↓↓ ↓	∞	↑↑		↓↓↓↓↓ ↓
5段目	呼吸による代謝									↑↑↑↑ ↑↑↑↑
6段目	重炭酸緩衝系の作用	呼吸による代謝に近い平衡式				↑↑↑↑	-	↓↓↓↓↓	-	↓↓↓↓↓
		呼吸による代謝から遠い平衡式	↑↑↑	-	↑↑↑	-	↓↓↓			
7段目	緩衝+代謝の結果	↑↑		↑↑↑↑ ↑↑	∞	↓↓↓↓↓	∞	↓↓		↓

病態化した肺機能亢進型のストレス状態が、血漿中 H⁺濃度が減少するような急性ストレッサーに曝された場合を Table.6-3-15 に示した。

ストレッサーによって起こされる H⁺濃度の減少の方が、肺機能亢進による CO₂ 濃度低下よりも大きな変化である場合は、重炭酸緩衝系の作用は H⁺ ← CO₂ の方向に進む（3段目）。この緩衝の結果、HCO₃⁻濃度の増大（↑）と CO₂ 濃度の減少（↓×5）の状態で、一応の平衡状態となる。その後、肺が分担するべき負荷を負うので、呼吸代謝がおこなわれる。このとき、肺機能が亢進しているので、通常よりも多い代償となると考えられる。これは、平衡状態を崩す働きであるので、重炭酸緩衝系は作用する。その結果、HCO₃⁻濃度は増大（↑×4）し、CO₂ 濃度は減少（↓）状態となると考えられる。

1.4.5 血漿中 CO₂ 濃度減少タイプのストレスー場面

病態化した肺機能亢進型のストレス状態に、CO₂ 濃度が減少するような急性ストレス反応が起こった場合、肺機能亢進によって CO₂ が減少している状態に、さらに CO₂ 濃度が降下する (Table.6-3-16)。

Table.6-3-16 肺機能亢進状態に CO₂ 濃度減少が起きたときの緩衝作用

	H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段目	↓↓		↓↓↓↓↓ ↓	⇌	↓↓	⇌	↑↑↑↑ ↑		↓↓
2段目									↓↓↓↓↓ ↓
3段目					↓↓↓↓↓	-	↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑	-	↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑
4段目	↓↓↓↓↓ ↓		↓↓↓↓↓ ↓	⇌	↓↓↓↓↓	⇌	↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑		↓↓↓↓↓ ↓
5段目	↑↑↑↑↑ ↑↑								
6段目	↓↓↓↓↓ ↓	-	↓↓↓↓↓ ↓	-	↑↑↑↑↑ ↑				
7段目	↓↓↓↓↓ ↓		↓↓↓↓↓ ↓	⇌	↓↓↓↓↓	⇌	↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑ ↑↑↑↑↑		

大幅に低下した CO₂ 濃度を緩衝するために、重炭酸緩衝系が作用した結果、HCO₃⁻濃度は減少 (↓× 9) し、CO₂ 濃度は減少 (↓× 4) を示す (4 段目)。その後、腎臓による代謝による代償がおこなわれる。この代償を緩衝した結果、最終的に、HCO₃⁻濃度の減少 (↓× 14) し、CO₂ 濃度は緩衝されると考えられる (7 段目)。

1.5 病態化した腎機能亢進型のストレス状態ー血漿中 H⁺濃度あるいは HCO₃⁻濃度が減少する場合ー

血漿中 H⁺濃度の減少している状態は、嘔吐による塩酸 (HCl) の喪失が原因になる場合が一番に挙げられる。また、下痢の場合は、HCO₃⁻濃度が減少する。しかしながら、数日持続する下痢による HCO₃⁻の喪失は、緩衝の結果である H⁺濃度増大 (2 型の代謝性アシドーシス) の原因として挙げられることが多い。また、尿細管性アシドーシスなどの腎機能の亢進による血漿中 H⁺濃度の減少も考えられる。腎臓の H⁺排泄機能亢進がもたらす代謝性アルカローシスの場合、重炭酸緩衝系の H⁺ + HCO₃⁻ ← H₂CO₃ ← H₂O + CO₂ 方向の作用により HCO₃⁻が増大する。また、アルカリ血症による呼吸抑制のため高 CO₂ 血症がもたらされる (下表 1 段目)

病態化した腎臓の機能が亢進する場合は、排出が進んで血漿中の H⁺濃度が低下し、

HCO₃⁻は増大，高 CO₂ 血漿となる。

1.5.1 血漿中 H⁺ 濃度増加タイプのストレッサー場面

慢性化した腎機能亢進型では，血漿中 H⁺濃度は減少している。しかし，急性ストレッサーによる H⁺濃度の増大が強力である場合，重炭酸緩衝系は H⁺濃度の増大を打ち消す方向に作用すると考えられる (Table.6-3-17)。重炭酸緩衝系の作用の結果，一度は平衡状態 (4 段階目) となるものの，呼吸代謝の影響を受けて，最終的には 7 段階目のようになると考えられる。すなわち，HCO₃⁻濃度の増大(↑)と CO₂ 濃度の減少(↓)である。

Table.6-3-17 腎機能亢進状態に H⁺濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

	H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段階目	慢性な腎機能亢進状態	↓↓		↑↑↑↑ ↑↑↑↑	⇌	↓↓	⇌	↓↓↓ ↓	↑
2段階目	ストレッサーによって起こる変化	↑↑↑↑ ↑							
3段階目	重炭酸緩衝系の作用	↑↑↑↑ ↓	-	↓↓↓ ↓	-	↑↑↑↑ ↑			
	最初の变化に近い平衡式 最初の变化から遠い平衡式					↓↓↓	-	↑↑↑	-
4段階目	ここまでの総和	↑↑		↑↑	⇌		⇌	↓↓	↑↑↑↑
5段階目	呼吸による代謝								↓↓↓ ↓↓↓
6段階目	重炭酸緩衝系の作用					↓↓	-	↑↑	-
	呼吸による代謝に近い平衡式 呼吸による代謝から遠い平衡式	↓	-	↓	-	↑			
7段階目	すべての総和	↑		↑	⇌	↓	⇌		↓

1.5.2 血漿中 HCO₃⁻濃度増加型のストレッサー場面

Table.6-3-18 腎機能亢進状態に HCO₃⁻濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

	H ⁺	+	HCO ₃ ⁻	⇌	H ₂ CO ₃	⇌	H ₂ O	+	CO ₂
1段階目	慢性な腎機能亢進状態	↓↓		↑↑↑↑ ↑↑↑↑	⇌	↓↓	⇌	↓↓↓ ↓	↑
2段階目	ストレッサーによって起こる変化			↑↑↑↑ ↑↑↑↑					
3段階目	重炭酸緩衝系の作用	↓↓↓ ↓	-	↓↓↓ ↓	-	↑↑↑↑ ↑			
	最初の变化に近い平衡式 最初の变化から遠い平衡式					↓↓↓	-	↑↑↑	-
4段階目	ここまでの総和	↓↓↓ ↓↓↓		↑↑↑↑ ↑↑↑↑	⇌		⇌	↓↓	↑↑↑↑
5段階目	呼吸による代謝								↑↑↑ ↑↑↑
6段階目	重炭酸緩衝系の作用					↓↓	-	↑↑	-
	呼吸による代謝に近い平衡式 呼吸による代謝から遠い平衡式	↓	-	↓	-	↑			
7段階目	すべての総和	↓↓↓ ↓↓↓		↑↑↑↑ ↑↑↑↑	⇌	↓	⇌		↓

病態化した腎機能亢進型の人の HCO₃⁻濃度が上昇するストレス状態は，Table.6-3-18 に示したようになると考えられる。すなわち，HCO₃⁻濃度の上昇が起こる。このとき，

より大きな変化を緩衝する方向に反応が進むので、この場合は $H^+ \rightarrow CO_2$ の方向に作用したと考えられる。この後、平衡式は、呼吸による代償を得て、再び緩衝系が作用し、 $H^+ \rightarrow CO_2$ の方向に進む。最終的には、 HCO_3^- が増大 ($\uparrow \times 10$) し、 CO_2 は減少 (\downarrow) した状態で平衡を保つと思われる。

1.5.3 血漿中 CO_2 濃度増加タイプのストレッサー場面

病態化した腎機能亢進型のストレス状態に、 CO_2 濃度上昇変化を起こすようなストレッサー場面となった場合の予想を下表に示した (Table.6-3-19)。

Table.6-3-19 腎機能亢進状態に CO_2 濃度上昇変化が起きたときの緩衝作用

	H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2
1段目	↓↓		↑↑↑↑ ↑↑↑	\rightleftharpoons	↓↓	\rightleftharpoons	↓↓↓ ↓		↑
2段目									↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↑
3段目					↑↑↑↑ ↑↑↑	←	↓↓↓ ↓		
4段目	↑		↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↑↑↑	\rightleftharpoons	↑	\rightleftharpoons	↓↓↓ ↓ ↓		↑↑↑↑
5段目	↓↓↓								
6段目	↑↑	←	↑↑	←	↓↓				
7段目			↑↑↑↑ ↑↑↑↑ ↑↑↑↑	\rightleftharpoons		\rightleftharpoons	↓↓↓ ↓ ↓ ↓		↑↑↑

重炭酸緩衝系はより大きな変化を緩衝する方向に作用するので、 CO_2 濃度を減少させる方向に反応がすすむ (3 段目)。この緩衝の結果、 H^+ 濃度の低下は緩衝されて、 H^+ 濃度増加 (\uparrow) するが、 HCO_3^- も濃度も増加 ($\uparrow \times 10$) し、 CO_2 濃度は増加が抑えられる ($\uparrow \times 4$)。その後、腎による代謝が起こる。このとき、腎機能亢進状態の場合、 H^+ を減少させる代謝が通常よりも大きなものとなると思われる (5 段目)。腎による代謝の反応を緩衝した結果、 HCO_3^- 濃度は増大 ($\uparrow \times 12$) し、 CO_2 濃度は増大 ($\uparrow \uparrow \uparrow$) を示すと考えられる (7 段目)。

1.5.4 血漿中 H^+ 濃度減少タイプのストレッサー場面

腎機能亢進型のストレス状態の人が、血漿中 H^+ 濃度が減少するようなストレッサー場面を迎えた場合を Table.6-3-20 に示した。

腎機能亢進によって H^+ 濃度が低下している状態に、急性ストレッサーによって H^+ 濃度が低下した場合 (2 段目)、重炭酸緩衝系の緩衝作用によって、ストレッサーによる H^+

濃度の減少は和らぐものの ($\downarrow \times 4$)、 HCO_3^- 濃度が増大 ($\uparrow \times 13$) し、 CO_2 濃度も減少 ($\downarrow \downarrow$) 状態で、一応の平衡状態となる (4 段目)。この後、すみやかに呼吸による代謝が始まり、一端は平衡状態になった緩衝系が崩される (5 段目)。崩れた平衡を緩衝する方向に、重炭酸緩衝系が作用して、最終的には HCO_3^- 濃度は増大 ($\uparrow \times 15$) し、 CO_2 濃度は少し増大 (\uparrow) した状態になると考えられる。

Table.6-3-20 腎機能亢進状態に H^+ 濃度降下変化が起きたときの緩衝作用

	H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2	
1段目	慢性な腎機能亢進状態	$\downarrow \downarrow$			$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow$	\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow$	\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$ \downarrow	\uparrow
2段目	ストレスラーによって起こる変化	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$ \downarrow								
3段目	重炭酸緩衝系の作用 最初の変化に近い平衡式 最初の変化から遠い平衡式	$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow$	-	$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow$	-	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$				
4段目	ここまでの総和	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$ \downarrow		$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$	\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$ $\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$		$\downarrow \downarrow$
5段目	呼吸による代謝									$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow$
6段目	重炭酸緩衝系の作用 呼吸による代謝に近い平衡式 呼吸による代謝から遠い平衡式	$\uparrow \uparrow$	-	$\uparrow \uparrow$	-	$\downarrow \downarrow$				
7段目	緩衝・代謝の結果	$\downarrow \downarrow \downarrow$		$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$	\rightleftharpoons		\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$ $\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$		\uparrow

1.5.5 血漿中 CO_2 濃度減少型のストレスラー場面

病態化した腎機能亢進型のストレス状態に、 CO_2 濃度を減少させる変化を起こした場合を示したのが、Table.6-3-21 である。

Table.6-3-21 腎機能亢進状態に CO_2 濃度減少変化が起きたときの緩衝作用

	H^+	+	HCO_3^-	\rightleftharpoons	H_2CO_3	\rightleftharpoons	H_2O	+	CO_2	
1段目	慢性な腎機能亢進状態	$\downarrow \downarrow$			$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ $\uparrow \uparrow \uparrow$	\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow$	\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$ \downarrow	\uparrow
2段目	ストレスラーによって起こる変化									$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$ $\downarrow \downarrow$
3段目	重炭酸緩衝系の作用 最初の変化に近い平衡式 最初の変化から遠い平衡式	$\downarrow \downarrow$	-	$\downarrow \downarrow$	-	$\uparrow \uparrow$				
4段目	ここまでの総和	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$		$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$ \uparrow	\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$ \downarrow	\rightleftharpoons			$\downarrow \downarrow \downarrow$
5段目	腎臓による代謝	$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$								
6段目	重炭酸緩衝系の作用 腎による代謝に近い平衡式 腎による代謝から遠い平衡式	$\downarrow \downarrow \downarrow$	-	$\downarrow \downarrow \downarrow$	-	$\uparrow \uparrow \uparrow$				
7段目	すべての総和	$\downarrow \downarrow \downarrow$		$\downarrow \downarrow$	\rightleftharpoons	$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$	\rightleftharpoons	$\uparrow \uparrow$		\downarrow

急性ストレスラーによる変化が大きい場合、重炭酸緩衝系は CO_2 減少を緩衝する方向である $\text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2$ に作用する。その結果、 HCO_3^- 濃度の増大 ($\uparrow \times 5$) と CO_2 濃度の減

【第6章】

少(↓↓↓)が起こる(4段目)。その後、腎による代謝が数時間を要しておこなわれる。これらの緩衝・代償の結果、 HCO_3^- 濃度の減少(↓↓)と CO_2 濃度の減少(↓)が示されると考えられる。

第4節 唾液緩衝能と慢性ストレスの型

1. 急性ストレッサーと唾液緩衝能

1.1 本研究の唾液緩衝能の結果

本研究で用いた課題である暗算課題と騒音暴露課題は、血漿中 HCO_3^- 濃度が上昇するタイプ(代謝性アシドーシス型)のストレッサー課題であり、踏み台昇降運動は、血漿中 H^+ 濃度が上昇するタイプ(代謝性アシドーシス型)のストレッサーであった。また、かけ声課題は血漿中 CO_2 濃度が低下するタイプ(呼吸性アルカローシス型)のストレッサー課題であった。これらのストレッサー課題による本研究における唾液緩衝能の結果を Table.6-4-22 に示した。

Table.6-4-22 課題ごとの唾液緩衝能の変化

課題	暗算&騒音暴露課題	踏み台昇降運動課題	かけ声課題	ヘッドダウンチルト	情緒的サポート条件の踏み台昇降運動課題
ストレッサータイプ	HCO_3^- 増加タイプ 代謝性アシドーシス型	H^+ 増加タイプ 代謝性アシドーシス型	CO_2 減少タイプ 呼吸性アルカローシス型	H^+ 増加タイプ 代謝性アシドーシス型	H^+ 増加タイプ 代謝性アシドーシス型
健康群	↑	↑	→	↑	→
疲労群	↑	↑	↓	↑	↓

本研究では、暗算課題においては、慢性ストレス感の訴えが平均得点よりも低い「健康群」は唾液緩衝能は上昇を示し、慢性ストレス感得点が高い「疲労群」も上昇を示した。騒音暴露課題においては、健康群も疲労群も唾液緩衝能は上昇を示した。また、踏み台昇降運動課題をおこなった結果、健康群では唾液緩衝能に課題前後に変化がなく、疲労群では低下を示した。かけ声課題においては、唾液緩衝能は健康群では上昇し、疲労群では上昇した。くわえて、HDT(ヘッドダウンチルト)では、健康群には変化は認められなかったが、疲労群では低下を示した。また、情緒的サポート条件下の踏み台昇降運動では、健康群では変化は認められなかったが、疲労群では低下を示した。

1.2 ストレッサーのタイプごとの唾液緩衝能

重炭酸緩衝系に影響を与えるストレッサーのタイプには、大別して5つの型が考えられ

ることは、既に述べてきた。すなわち、血漿中の H^+ 濃度が上昇するタイプ（代謝性アシドーシス型）、 HCO_3^- 濃度が上昇するタイプ（代謝性アシドーシス型）、 CO_2 濃度が上昇するタイプ（呼吸性アシドーシス型）、 H^+ 濃度が低下するタイプ（代謝性アルカローシス型）、および CO_2 濃度が低下するタイプ（呼吸性アルカローシス型）のストレスラーである。これらのストレスラー・タイプにおける慢性ストレス状態ごとの緩衝作用は、本章の第1節で述べた。これらの緩衝作用の結果から予想される唾液緩衝能の変化を一覧にして下表に示した（Table.6-4-23）。

Table.6-4-23 ストレス状態によるストレスラー・タイプごとの唾液緩衝能の変化

ストレスラー・タイプ ストレス状態		HCO_3^- 増加型 (暗算課題・騒音暴露)	H^+ 増加型 (踏み台運動課題)	CO_2 増加型	CO_2 減少型 (かけ声課題)
正常状態		↑	→	→	↑
慢性 ストレス 状態	肺機能低下型	⇨	↓	↓	↓
	腎機能低下型	↑	↓	⇨	↓
	肺機能亢進型	↑	↓	↑	↑
	腎機能亢進型	↑	↓	⇨	⇨
病態 状態	肺機能低下型	↑	↓	↑	↑
	腎機能低下型	↓	↓	↓	↓
	肺機能亢進型	↑	↓	↑	↓
	腎機能亢進型	↑	⇨	↑	↓

本研究では、上表（Table.6-4-23）のうち、 HCO_3^- 増加タイプのストレスラーは暗算課題と騒音課題であり、 H^+ 増加タイプのストレスラーは踏み台昇降運動課題であった。また、呼吸性アルカローシスである CO_2 減少タイプのストレスラーはかけ声課題であった。

2. ストレス指標としての唾液緩衝能

2.1 唾液緩衝能の問題点

唾液緩衝能は、生活体内の重炭酸緩衝系の作用を反映していると考えられる。正常状態の緩衝作用と慢性ストレス状態の緩衝作用の結果を比較することで、慢性ストレス状態を

検出し得ると思われる。

唾液緩衝能は、重炭酸緩衝系の作用を pH で表現する測度である。周知の通り、生活体内の pH の急激な変動は生命維持に拘わるため、動脈血の pH の正常値は pH7.36 ~ 7.44、唾液の正常値も pH6.70 ~ 7.50 とその範囲は非常に狭い。したがって、病前あるいは未病の慢性ストレス状態を検出するためには、この狭い正常範囲内で基準値を設ける必要があるが、これは非常に困難であることが予想される。

また、唾液緩衝能は、唾液中の HCO_3^- と CO_2 の割合によって測定される。この性質から、唾液中の CO_2 が揮発してしまわない内の迅速な測定が求められる。しかし、検診のように多人数の被検査者が対象となった場合には、測定のための移動や保存の必要性が指摘されるであろう。

2.2 唾液緩衝能の活用方法について

ここでは、唾液緩衝能を慢性ストレス指標として健康診断時などに導入しようとする場合の問題点について考えたい。

2.2.1 慢性ストレスを検出するために

唾液緩衝能を慢性ストレス指標として活用しようとするときに最初に問題となるのは、狭い正常範囲の中で、有意な変動を見いだすのことの困難である。しかしながら、唾液緩衝能は、ストレッサー・タイプ（課題の種類）によって反応が異なることが、本研究で見いだされている。したがって、いくつかの課題を組み合わせ、その反応の方向性を検討することで、慢性ストレス状態による変動を検出することが有用であると考えられる。

2.2.2 唾液緩衝能を測定するために

唾液緩衝能は、 HCO_3^- と CO_2 の割合によって求められる。そのために、測定前の CO_2 の揮発をでき得る限り抑える必要がある。すなわち、唾液採取後のすみやかな測定が求められる。しかしながら、被検査者が多人数となった場合や、遠隔地での採取がおこなわれた場合には、迅速な測定が困難となることがあるであろう。

この点に関しては、いくつかの予備的な実験検討をおこなった。その結果、サリベッティを用いた場合、唾液採取後すみやかに密栓をすることで、 CO_2 の揮発を多少は抑えることができることがわかった。ただし、この場合も、開栓時の迅速な測定が不可欠である。

【第6章】

また、唾液の凍結保存を余儀なくされた場合は、サリベッティ綿筒から唾液を遠心分離する以前の凍結が必要であり、さらに、凍結解凍の繰り返しは厳禁である。

第5節 慢性ストレス状態の検出

1. 慢性ストレス検出と唾液緩衝能

前節で述べたように、唾液緩衝能を慢性ストレス指標として用いるためには、刺激に対する変動を見いだすことが有用であり、また、刺激の種類による唾液緩衝能の変動の傾向を検討することが必要であると考えられる。

1.1 ストレッサー・タイプとストレス状態

ストレス状態の違いによるストレッサー・タイプごとの唾液緩衝能の変動の方向性を Table.6-5-24 に示した。これらの反応の内、正常状態とストレス状態の反応の方向性が異なる箇所に印をつけた。

実線□印(朱色)は、慢性的なストレス状態および病態的になったストレス状態の反応と正常状態が区別できる組み合わせである。すなわち、 H^+ 増加タイプのストレッサー条件下では、正常状態は変化を示さないのに対して、腎機能低下型の慢性的なストレス状態では降下を示し、病態的なストレス状態では上昇を示す。また、 CO_2 増加タイプのストレッサー条件下では、正常状態は変化を示さないのに対して、肺機能低下型の慢性的なストレス状態では降下を示し、病態的なストレス状態では上昇を示す。くわえて、 CO_2 減少タイプのストレッサー条件下では、健常状態は上昇を示すのに対して、腎機能亢進型の慢性的なストレス状態では変化を示さず、病態的なストレス状態では降下を示す。

また、慢性的か病態的かのストレス状態と正常状態が区別できると考えられる組み合わせには、点線□で印(青色)をつけた。 H^+ 増加タイプのストレッサー条件下の肺機能低下型と肺機能亢進型のストレス状態である。このとき、正常状態では変化を示さないのに対して、慢性的なストレス状態でも病態的でも降下する。また、 CO_2 減少タイプのストレッサー条件下では正常状態では上昇するのに対して、腎機能低下型のストレス状態では、慢性的なストレス状態でも病態的でも降下を示す。

表中の破線□印(緑色)は、正常状態と、慢性的なストレス状態か病態的なストレス状態のどちらかが異なる反応を示すと考えられる組み合わせである。 HCO_3^- 増加型のストレッサー条件では、正常状態では唾液緩衝能は上昇を示すが、肺機能低下型の慢性ストレス状態では変化を示さず、腎機能低下型の病態状態では降下を示す。 H^+ 増加型のストレッサー・タイプ条件では、正常状態では変化を示さないが、腎機能低下型の慢性的なストレ

ス状態では降下を示し、区別が可能である。また、CO₂増加型のストレッサー条件では、正常状態は変化を示さないのに対して、腎機能低下型および、腎機能亢進型の病態的なストレス状態では、前者では降下を示し、後者では上昇すると考えられる。さらに、CO₂減少型のストレッサー条件では、肺機能低下型の慢性的ストレス状態と腎機能低下型の病程的ストレス状態では降下を示し、上昇を示す正常状態とは異なった反応を示すと考えられる。

Table.6-5-24 ストレッサー・タイプによる健常状態とストレス状態との反応

ストレッサー・タイプ	HCO ₃ ⁻ 増加タイプ (暗算課題・騒音曝露)	H ⁺ 増加タイプ (踏み台昇降運動)	CO ₂ 増加タイプ	CO ₂ 減少タイプ (かけ声課題)
正常状態	↑	→	→	↑
ストレッサー・タイプ	HCO ₃ ⁻ 増加タイプ (暗算課題・騒音曝露)	H ⁺ 増加タイプ (踏み台昇降運動)	CO ₂ 増加タイプ	CO ₂ 減少タイプ (かけ声課題)
ストレス型	慢性的 病態的	慢性的 病態的	慢性的 病態的	慢性的 病態的
肺機能低下型	⇒ ↑	⇩ ⇩	⇩ ↑	⇩ ↑
腎機能低下型	↑ ⇩	⇩ ↑	⇒ ⇩	⇩ ⇩
肺機能亢進型	↑ ↑	⇩ ⇩	↑ ↑	↑ ⇩
腎機能亢進型	↑ ↑	⇩ →	⇒ ↑	⇒ ⇩

1.2 ストレッサー・タイプとストレス状態の組み合わせ

上表 (Table.6-5-24) に示したように、正常状態とストレス状態を区別するためには、H⁺増加タイプのストレッサーを使用するのが有用であると思われる。しかしながら、H⁺増加タイプのストレッサー条件下の反応を見るだけでは、肺・腎機能のストレス状態および、慢性的か病態的のストレス状態かを把握することができない。そこで、他のストレッサー・タイプの結果との組み合わせを考える必要がある。

例えば、H⁺増加タイプのストレッサー条件下で唾液緩衝能が降下を示した場合、腎機能低下型と腎機能亢進型の病態的ストレス状態以外のすべてのストレス状態である可能性が挙げられる。このとき、HCO₃⁻増加型のストレッサー・タイプ条件であまり変化がなければ、肺機能低下型の慢性的ストレス状態であると考えられる。

また、 H^+ 増加タイプのストレッサー条件下で降下を示した場合、 HCO_3^- 増加タイプのストレッサー条件では正常状態と同じ方向に作用しても、 CO_2 増加タイプのストレッサー条件で降下方向に作用を示した場合は、肺機能低下型の病態的ストレス状態である可能性が考えられる。

2. ストレス状態の検出のために

慢性ストレス指標を模索していく上で、基準値や正常値の設定だけでは充分ではないこと、慢性ストレス検出指標や方法だけではなく、様々なストレス状況下にある人々に配慮した「慢性ストレス検出プログラム」という視線が必要であることは、第1章で述べた。

本節の第1章で考察したように、慢性ストレス検出指標を考える場合も、上述したようにひとつの指標だけでストレス状態の検出をすることが困難であることが考えられる。本研究の全体を通じて、現行のストレス測度はそれぞれ特徴的で、反応性の良い測度が多いことが確認された。したがって、ひとつの指標だけでストレス状態の検出をすることが難しい場合であっても、いくつかの測度を適材適所で活用することも、統合的なストレスマネジメントをおこなう上で重要であると言えるであろう。

ここでは、まず、唾液緩衝能をストレス測度として適所で活用するために、課題として用いられるストレッサーについて考える。

2.1 急性ストレッサー・タイプの組み合わせ

2.1.1 ストレッサー・タイプと課題

唾液緩衝能を用いて、慢性ストレス状態を検出使用とするとき、もっとも有用と考えられるのは、 H^+ 増加タイプのストレッサーを急性的に負荷しての測定である。このストレッサーは、筋肉活動を伴う運動課題によって成すことが可能である。

さらに、ストレス状態のより正確な検出のためには、他のストレッサー・タイプとの組み合わせが必要であると考えられる。上表 (Table.6-5-24) を参照すれば、 CO_2 増加タイプのストレッサーが適切であるとであろう。このタイプのストレッサーは、閉鎖式のスパイロバックや袋などを使用して呼吸を数分おこなうことで課題ができると考えられる。

2.1.2 課題の問題点

H⁺増加タイプのストレッサー課題をおこなう場合、本研究では、踏み台昇降運動を用いた。踏み台昇降運動、特にハーバード・ステップテストは、文部省（当時）の体力テストの項目にも含まれていた経緯もあり、日本人に適した方法に改善されているばかりでなく、年齢や性別による適正な活用方法やデータが研究されている方法である。したがって、ある程度の安全性などにも配慮されている。くわえて、課題の結果は、ストレス状態の検出のみならず、体力テストとしても利用が可能である。しかしながら、ステップテストは、負荷心電図検査時にもおいて、心臓疾患症状を誘発するために利用されている。このことは、この課題が、全ての人に適応できないことを示している。すなわち、運動が可能である被検査者に限られるということである。

本研究においては、H⁺増加タイプのストレッサーとして、ヘッドダウンチルト（HDT）も用いられた。これは、頭部を7°だけ下げて仰臥するだけのストレッサーなので、運動に支障がある場合にも使用が可能である。しかし、HDTは被検者ひとり一人に7°傾かせたベッドが必要であるため、集団での検診に用いるのが困難であると考えられる。また、微小重力状態は生理学的に未解決な部分が多く、HDTから得られた結果の解釈の信頼性に問題が生じる可能性が考えられる。

一方、H⁺増加タイプのストレッサーとして運動課題との組み合わせに適していると考えられているストレッサーであるCO₂増加タイプのストレッサーは、自己呼吸を用いて呼吸することで課題が可能である。これは、過呼吸による過換気を防ぐことができる点でも比較的安全におこなうことができると思われる。このときに、スパイロメーターなどを用いて、肺機能の測定がおこなうことができれば、ストレス状態型の区別にも役立つと考えられる。しかしながら、閉鎖式スパイロメーターを用いての換気課題を施行することは、スパイロメーターが特別な装置である点が問題となる。

第6節 慢性ストレス検出・改善プログラム

1. 検診へ適応するために

唾液緩衝能を慢性ストレス診断のための指標として、臨床応用を考えた場合、現行の健康診断のように、老若男女の幅広い世代、地域、状況への応用を考えなければならない。その場合、ストレス検出の検査時に必要と考えられているストレス課題を設定する時に、特に配慮が必要であると思われる。特別な装置や、被検者に特殊な知識が必要とされるのでは、健診として適切ではない。その点、踏み台昇降運動を刺激として用いることは妥当であるであろう。踏み台は比較的簡易な備品であり、その負荷基準が個人の年齢と体重・身長によって計算されるので、比較的安全であるからである。しかしながら、前節で述べたような問題点も指摘される。すなわち、高齢者や疾病、その他の理由でステップテストができない人々や、高血圧や心臓疾患といったハイリスク既往のある人々への適応に配慮が必要である点である。また、運動負荷による最大酸素摂取量の統制などの精度を高めるといふ点では、エルゴメーターやトレッドミルを用いるべきなのかも知れない。しかしながら、被検査者ひとり一人に装置が必要となるので、測定が容易とは考えにくい。また、暗算課題については、ある程度の学力や課題へのやる気が問われるので、個人の尊厳の尊重に最大の配慮が必要であると考えられる。そのため、実際に実施するときには数種類の課題を用意する必要があると考えられる。一方、臨床の肺機能検査で用いられている閉鎖式スパイロメーターを用いての換気課題を施行することは、スパイロメーターが特別な装置である点が問題となる。

また、生体試料として唾液を用いることについては、被検者に与える侵襲性の低さからも非常に適切であると考えられる。しかし、唾液緩衝能を用いる場合、採取後すぐに測定することが望ましいが、健診場面での迅速測定は現状では非常に困難である。この問題を緩和するために冷凍保存などが必要となる可能性があるが、それらの方法に関しては既に述べた。今後の課題として、唾液緩衝能を迅速に測定するための測定方法そのものを改良していく必要性が挙げられる。

前節でも述べたように、ストレス状態を識別するためには、ひとつのストレス指標のみでは困難が生じると考えられる。したがって、それぞれ特徴的なストレス測度を用いての統合的な検査態勢が必要であると思われる。また、ストレスマネジメントを考えるとときに

は、ストレス状態の検出・識別のみならず、ストレスの気づきから始まる生活改善、社会的な支援などを含んだ「慢性ストレス検出・改善プログラム」という視線が求められていると考えられる。そこで、ここでは、このプログラムの可能性に関して、現行の検診を参考にして考えていきたい。

1.1 慢性ストレス検出のための工夫

ストレスマネジメントのために、慢性ストレス状態の検出を考えるとき、第一選択として質問紙がある。質問紙法は、比較的簡易で多人数への対応が可能であるという利点がある。しかしながら一方で、心理的なストレス反応は、ストレス評価の結果として生じる主観的な体験であり、個人差が生じやすい。すなわち、慢性ストレスを検出するための現行の質問紙の多くは、回答者が自ら感じている状態を検出しているにとどまっていると考えられる。したがって、主観的なストレス反応のみを検出すると考えられる質問紙の短所を補うために、客観的なストレス反応を検出する必要がある。現行では、多くのストレス研究において、コルチゾールやアドレナリン、ノルアドレナリンおよび IgA などがストレス指標として使用されている。最近では血液中の酸化ストレスとストレスとの関連性が研究されている (Ito, Nakamura, Adachi, Kato, Ishikawa, Maruta & Hata, 2009)。しかしながら、指標として血液を使用する場合は、その採取に特別な資格が必要であること、被検査者への侵襲性が高いことなどの問題点がある。また、本研究で示されたように、採取時の気分や感情が少なからず影響をおよぼす可能性がある。したがって、非侵襲的に測定が可能なストレス生理指標が求められる。

これらのことより、ストレス状態の検出のためには、心理検査をおこなうときのように、それぞれの検査の長所を活かし、短所を補うために、テストバッテリーを組むことが有効であると考えられる。特に、非侵襲的に採取が可能である唾液を試料として用いた生理指標とのテストバッテリーが最適であると考えられる。

1.2 慢性ストレス状態の検診

ここでは、慢性ストレス状態を検出するための検査診断の可能性について考えたい。

本研究では、下図 (Figure.6-6-1) で示してきたように、ストレス状態の 4 つの次元を基にストレス状態の検出について考えてきた。これまで述べてきたように、ストレス状態

の4つの次元は、正常状態であると考えられるAの次元と、身体症状は出ていないまでもストレス自覚が高いと考えられるBの次元。身体症状もストレス自覚も高いCの次元、および身体症状と身体感覚が乖離しているDの次元からなる。

慢性ストレス検診を考える場合も、この4つの次元を網羅するように組み立てていく必要があることは明白であるであろう。

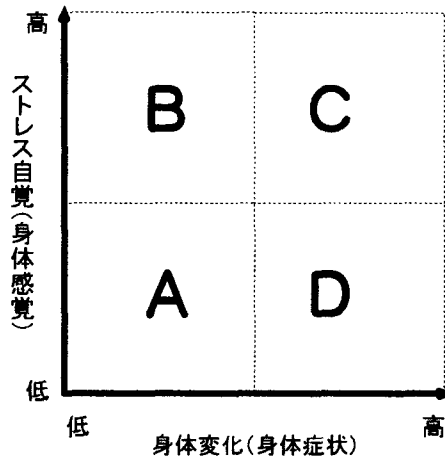


Figure.6-6-1 ストレス状態における4つの次元

1.2.1 検診プログラム

序章でも述べたように、現在の保健・医療活動は、疾病の早期発見、予防および、健康維持に注目をしており、定期的な健康診断の実施が重要視されている。また、保健・医療活動においては環境、住宅、食品、労働、教育など統合的で、市民の参加機会の多くなるような取り組みが求められている。

したがって、慢性ストレス検診を考えたときにも、これらの基本指針に準ずる必要があると考えられる。そこで、「健康日本 21」で示されている、栄養・食生活、身体活動・運動、休養・こころの健康に配慮した統合的な慢性ストレス検診プログラムを考えたい。

現行の健康診断では、問診や身体計測で始まり、レントゲンや超音波などの画像検査、心電図や血圧計測などの生理学的検査、尿や血液採取による生化学的検査などを経て、健康・保健や栄養についての健康・生活指導をおこなっている。その後、必要な場合には精密検査や指導が個人に勧められる。そこで、これら現行の健康診断の流れに、慢性ストレス検診を組み込むことを提案する。このことで、検診のために日参するような手間を避けることは、市民の参加機会を増やすためにも有用であると考えられる。また、統合的なス

トレスマネジメントの可能性が広がることを期待している。健康診断にストレス検診を組み込んだ統合的な健診の流れの案を Figure.6-6-2 に示した。

ストレス健診は、基本的な健康診断の流れに沿うように配慮した。すなわち、健康診断の健康・生活問診とともに質問紙を実施し、睡眠や労働、嗜好などの生活習慣を把握するとともにストレス試験をおこなう。その後、画像検査、生理学的検査、生化学的検査などの検診をおこなう。この後に、質問紙・問診によって必要であると判断された被検者および、希望者に対して課題を用いたストレス試験をおこなう。このとき、問診や既往によって課題による負荷が適さないと判断された被検査者には、課題を用いた負荷ストレス試験を実施しないように配慮すべきである。これら、健康検診とストレス検診の検査結果を総合的な判断をして、その後の精査や健康・生活指導に活かしていく。以上が、本研究で提案する検診プログラムの流れである。

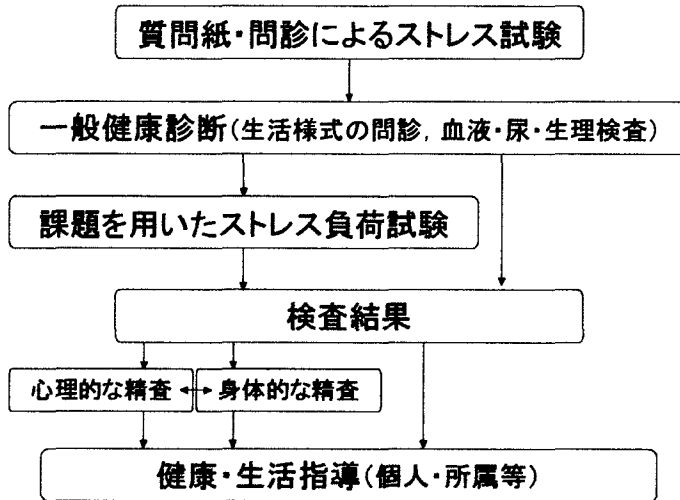


Figure.6-6-2 ストレス検診プログラムの流れ

本研究の結果を基に各項目(セッション)に関する詳細な提案をおこないたい。

① 質問紙・問診によるストレス試験

ここでは、被検査者全員に質問紙および問診によるスクリーニングをおこなう。質問紙を活用することで、ストレス自覚や心身の不調感、睡眠や食事習慣、嗜好品などの生活様式を調査する。質問紙には、自覚されたストレス反応をスクリーニングすると共に、検査結果を被検査者へ返すことで、心身の不調や生活態度の気づきを促す効果が期待される。

この質問紙では、4つの次元の内のBとCの次元を見いだすことが可能であると考えられる (Figure.6-6-3)。

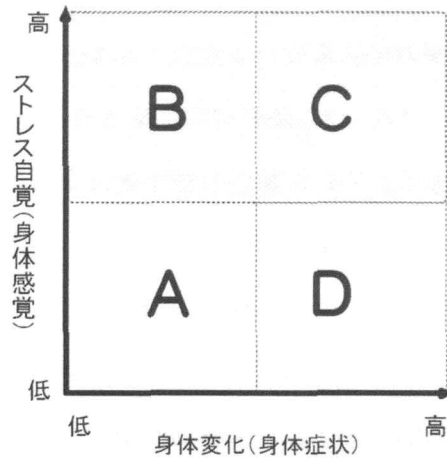


Figure.6-6-3 質問紙による検出範囲

② 一般健康診断

画像検査，生理学的検査や生化学的検査などの検診をおこなうことで，がんや生活習慣病などの疾患の早期発見，早期治療が可能となる。また，ここから得られる結果は，急性ストレスを負荷する試験を実施するための基準として有用であると思われる。すなわち，客観的に被検査者の体調を管理することは，ストレス負荷試験による事故や危険事態の回避が可能であると考えられる。

③ 課題を用いたストレス負荷試験

これは，本研究で提案する急性ストレス場面を設定してのストレス反応試験である。

a) 急性ストレスについて

H⁺増加タイプのストレス，およびCO₂増加タイプのストレスを使用した場合，運動課題か閉鎖式呼吸課題が適していると考えられる。

b) 生理指標について

HPA系ストレス反応(唾液中コルチゾール濃度):コルチゾール濃度が，急性ストレスに敏感に反応を示す指標であることは，本研究でも示された。また，個人のストレスの受け取りに影響をうけるので，個人へのストレスの強度を管理するのに適していると考えられる。

アドレナリン系ストレス反応(唾液MHPG濃度): MHPGも本研究の結果から，急性ストレスに敏感に反応を示すことが，本研究により明らかとなった。特に，身体の活性度を測定するのに適していると考えられる。また，慢性ストレス状態にも何らかの関連のある

指標であるが、個人の感情や気分にも影響を受けると考えられる。

ドーパミン系ストレス反応(唾液HVA濃度):本研究の結果から HVA 濃度は、ストレスサーには直接的な影響をあまりうけないが、睡眠時間に影響を受ける指標であると考えられる。したがって、生活様式の改善のために活用が可能であると思われる。

重炭酸緩衝系ストレス反応(唾液緩衝能):唾液緩衝能は、急性ストレスサーおよび、慢性ストレス状態に反応を示す指標となる可能性が本研究によって示された。特に、ストレスサーの自覚の有無に関係なく、ストレス状態を反映すると考えられる。しかしながら、基準値の設定は困難であり、反応の方向性による判断が求められる。

c) 検出範囲について

急性ストレスサー場面における生理指標を用いることで、4つの次元の C および D の次元を見いだすことが可能であると考えられる (Figure.6-6-4)。

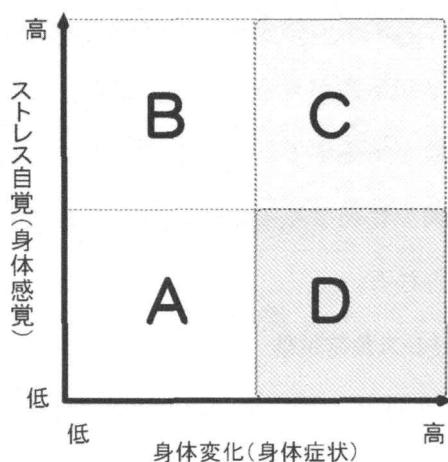


Figure.6-6-4 生理指標による検出範囲

HPA 系やアドレナリン系のストレス反応は、個人のストレスサーの受け取りの影響を受けると考えられるので、特に C の次元の検出に有用である。

一方、本研究の結果より、D の次元の検出には唾液緩衝能が有用である可能性が考えられる。したがって、慢性ストレス状態を検出するには、種類の異なるストレス反応を用いる必要があると思われる。

④ 検査結果

検査の結果については、質問紙や問診、健康診断および、ストレス試験のセッションごとにまとめることとなるであろう。また、各セッションの担当者が直接、正確で詳細な結

果を報告する方が効率的であると考えられる。したがって、各セッションから検診の結果が、それぞれ報告されることとなる。このため、これらセッション毎の結果を総合的に診断し、報告する必要がある。

総合的に、こころと体と生活の健康状態を判断することで、はじめて、精査の必要性や生活指導の方向性を決定することが可能となるであろう。

⑤ 健康・生活指導

①、②および③の結果から、個人の自覚されたストレス状態と身体的なストレス状態および、身体状況を把握する。これら自分で感じる身体感覚(主観的感覚)と、身体の状態(客観的指標)の総合的な健康状態の診断を基に、生活・健康指導などをおこなうこととなる。このような個人への対応は、ストレスマネジメントの基本であると考えられる。

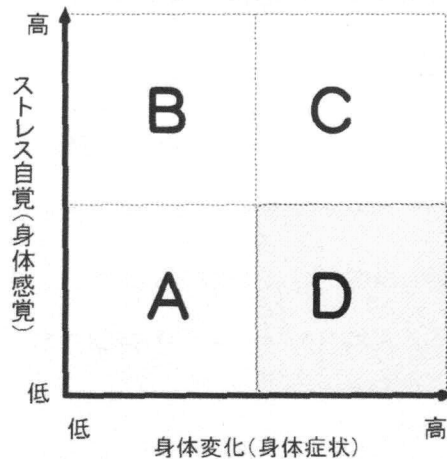


Figure.6-6-5 主観と客観が乖離している次元

特に、Dの次元に位置する個人に関しては、注意が必要である (Figure.6-6-5)。ストレス自覚(身体感覚)と身体変化(身体症状)の乖離について、その原因についてさらに専門的な検査および、乖離に気づくような指導をおこなう必要があるであろう。

⑥ 一般健康診断の活用について

また、ストレス診断のために、ストレス反応を検出するための上述した生理指標を用いる他に、一般の検診で用いられる血液検査や尿検査、生理学的検査などの結果を併せて考えることで、より正確な身体変化を把握することが可能であると思われる。

唾液緩衝能で測定されるストレス状態が、肺機能や腎機能に影響を受けることはこれまで述べてきた。これらの機能を把握するのに、画像検査、生理学的検査や生化学的検査が

用いられてきたことは、ここで語るまでもないであろう。したがって、これらの臨床検査の結果とストレス検査結果を併せて考えることで、肺や腎の機能を把握することが可能であると考えられる。

⑦ ストレス検診の活用

ストレスマネジメントを考える場合、個人への告知だけではなく、環境の改善も不可欠である。そのために、ストレス状態を検出することで、病態症状でなかった場合においても、注意が必要であることを周知させることが可能であるかも知れない。このように、ストレスを検診によって検出するのみならず、生活改善や環境改善にまで広げていけるように、プログラム化していくことが真のストレスマネジメントには重要であるように思われる。周囲の理解を得ることは、ソーシャルサポートを得ることにともつながり、さらなるストレスマネジメントに有用であることは想像に難くない。

第7節 今後の展望

1. 21世紀における健康づくりの指針

平成12年3月、国（厚生省）が各地方自治体へ通知した「21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）」では、国民の健康についての意識の実態を把握し、今後の健康づくり施策および活動の指針が示されている。

指針では、健康の背景要因となっている健康行動、運動、食事・栄養、睡眠、情報、およびマイナス要因であるストレスが重要視されている。したがって、21世紀の国民の健康を考える上で、ストレスマネジメントが重要であることが、国の指針としても示されている。

2. ストレス指標の可能性と課題

本研究においては、健康状態に影響をおよぼすと考えられている慢性ストレス状態を非侵襲的な手段で検出することを目標におこなわれた。特に、新たなストレス指標として唾液緩衝能に着目をしてきた。唾液緩衝能のストレス指標としての可能性に関しては、これまでに重ねて述べてきた。

本研究において提案された、課題を負荷してそのストレス反応を測定するストレス試験法に関しては、その利用価値は大きいと考えられる。急性ストレスラーとして、運動課題を用いた場合には、その場を体力測定や運動指導に利用することが可能であるからである。また、呼吸課題を用いた場合は、同時に肺機能そのものを測定することが可能である。しかし、これは、肺機能測定器を用いた場合に限定される。ストレス指標の試料として、唾液を用いることに関しては、非侵襲的である、採取に特殊な資格が必要ないという利点がある。しかしながら、本研究の提案のように、急性ストレスラー課題を用いての試験をおこなう場合、ストレスラー課題の前・後、数回におよぶ唾液採取が必要となる。サリベッティによる採取は、侵襲性が少ないとは言え、被検査者に与える負荷が全くないとは言えない。また、唾液緩衝能は、pHを扱う関係上、ストレス状態を示す基準値を設けるのが困難である。そのために、反応の変化を利用することが有効であると考えてきた。しかしながら、検診で広く活用するためには、変化の方向性のみでなく、量的な基準が必要と

なる可能性は否定できない。しかしながら、世界有数の精度管理システムを構築してきた我が国の臨床検査の歴史を紐解くまでもなく、検査値の標準化には長い年月、多人数、多箇所での膨大なデータの蓄積および管理が必要であることは明らかである。したがって、基準値の設定は今後の大きな課題の1つとなると考えられる。

3. ストレスマネジメントと健康管理

「健康日本 21」には、健康づくりの指針として、健康行動、運動、食事・栄養、睡眠、ストレスの管理の必要性が示されている。

健康行動の管理は、健康診断を基準とした健康・生活の改善が柱である。また、食事・栄養の管理も重要とされている。安全でバランスの取れた食事が、健康的な生活の基本であることは、周知の通りである。ここでは、ストレス検出プログラムとの関連について述べる。

3.1 ストレスと味覚検査

食生活状況と疲労自覚症状との関連については、健康な大学生を対象とした研究において、不規則な食事時間、食事の品数や間食の頻度、朝食の欠食、緑黄色野菜・淡色野菜・果物の偏食および、インスタント食品類や菓子の摂取頻度と疲労自覚症状に深い関係があるとされている（尾崎・高山・吉良，2005）。

味覚は、物質の味を評価し、質を識別する感覚であり、食物を選択する基本的な行動の動機となる（Slochow, Kaplan & Mann, 1981）。したがって、味覚を保持することが適切な食生活をもたらすと言える。また、味覚とストレス状態との関係に関しては、抑うつや不快感などを伴う精神的な蓄積された疲労感が塩味の閾値に大きく関与していることや、不安状態が甘味の閾値に影響をおよぼすこと、交感神経活性の変化を伴うストレスと酸味の感受性に関係があることなど、いくつかの報告が存在する（加藤・伊藤・永・清水，2007；加藤・伊藤・永・清水，2006；加藤・安達・伊藤・長岡・永・清水，2008）。すなわち、ストレス状態と味覚閾値との間には、少なからず関連があることが示されているのである。

したがって、ストレス状態の検出スクリーニングのひとつとして、味覚試験を導入する

ことも有用であると考えられる。また、味覚試験の結果を利用して、食物選択の視点からの健康的な食生活の維持・改善のための食生活指導に活用が可能であると思われる。

3.2 運動習慣について

健康づくりの柱のひとつである運動に関して指針では、生活の中で運動習慣を持つことが、体力維持の上でも生活習慣病予防の上でも重要であるとされている。

運動を習慣づけるためには、個人の運動能力の把握と、それを基に個人に適した運動を進めることが重要である。

運動課題をストレス状態の検出テストに用いる場合の利点は、上で述べた。体力測定や測定結果に基づいて運動指導をおこなうことで、運動習慣の重要性の気づきに繋がる可能性がある。また、運動そのもののストレス軽減効果をも期待できる。

3.3 ストレスマネジメントと気づき

ストレスマネジメントには、ストレスへの認知、ストレス反応の気づきが重要であることは序論でも述べてきた。すなわち、健康管理やストレスマネジメントの中心には、気づきが必要である。気づきがあることで、生活や習慣の改善や自らのストレス対処が可能となるからである。Figure.6-7-6 に、本研究において提案され得るストレスマネジメントのモデル概念図を示した。

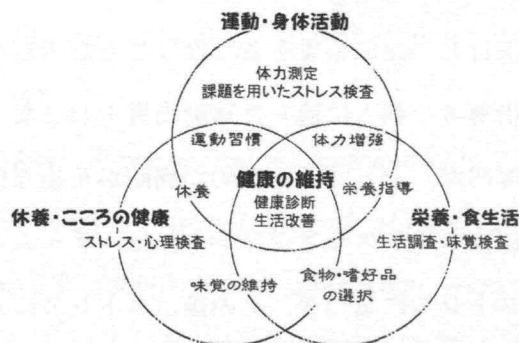


Figure.6-7-6 ストレスマネジメントのための分野連携のモデル概念図

図に示したのは、気づきを中心とした生活改善を成り立たせるために有用であると考えられる検診のあり方、あるいは関係である。「健康日本 21」が示しているように、健康の維持には、「運動・身体活動」、「休養・こころの健康」および「栄養・食生活」が重要である。しかしながら、これらがバラバラに機能しているのでは、真に目指すところには達

成できない。これらがお互いに関係し、影響し合うことで健康の維持はなされることが考えられる。ストレスマネジメントを考えると、同様に統合的な視線が大切であると思われる。したがって、従来の一般健康診断（臨床検査）を中心として、ストレス・心理検査などをおこなうなどの精神・心理的な健康診断と指導、体力増進のための運動習慣をつけることを目的とした運動指導、および健康的で安全な食生活の維持と改善がそれぞれ関係しながら深く関わっていると考えられる。

4. 今後の課題

本研究においては、慢性ストレス状態を検出し得る非侵襲的で客観的な指標を見いだすことを中心に基礎的な検討をおこなってきた。

現行の健康診断のようにストレス状態の検診をおこなうためには、上述したように、さまざまな分野との連携が必要である。残念ながら本研究は、慢性ストレス状態検出指標に焦点を絞っておこなわれたので、概念図で示したような各分野に踏み込んで言及するには至っていない。今後は、誰もが生活の中で気軽にストレスを測定できるように“ストレス検診”としての視点を入れたさらなる検討が必要であると考えられる。また、上図で示したような気づきのためのストレスマネジメントをおこなう場合、各分野の専門家の連携が必要となる。すなわち、質問紙や心理検査を正しく実行し、解釈をおこなうための心理臨床家、健康診断を正しく実行し、臨床検査をおこなうことが可能な医療従事者、食生活指導が可能な食生活・栄養指導者、個人に適した運動指導をおこなうことができる理学・作業療法および運動指導の専門家、そして、総合的な判断が可能な医師を中心とした専門家の存在である。このように、ストレスマネジメントには、チームとしての活動が必要であると考えられる。また、ストレスに気づき、その後、ストレスに対処し、生活を改善していくためには、さらなるプログラムや協力が必要となるであろうことは想像に難くない。すなわち、“慢性ストレスの検出・改善プログラム”という視線である。

今後は、この点にも考慮しながら、気づきのためのストレスマネジメントを完成させるために尽力をする必要があると思われる。

本研究が、少しでも、人々の健康的な生活に貢献できたなら幸いである。

(了)

引用文献

- 安達智子 (1998). セールス職者の職務満足感・共分散構造分析を用いた因果モデルの検討
心理学研究, **69**, 223-228.
- AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION (2001). 一般身体疾患に影響を与えている心理的要因. 高橋三郎・大野裕・染矢俊幸(編), *DIAGNOSTIC CRITERIA FROM - DSM-IV 精神疾患の分類と診断の手引き* 医学書院 Pp. 235-236.
- Anderson (1949). The Hydrogen-Ion Concentration of the Saliva[II] The Relationship between Hydrogen-Ion Concentration Rate of Flow of Saliva. *Journal of dental research*, **28**, 72-76.
- 荒井弘和・中村友浩・木内教詞・浦井良太郎 (2006). 主観的な睡眠の質と身体活動および心理的適応との関連. *心身医学*, **46**, 667-676.
- Alexander, F. (1950). *Psychosomatic Medicine. Its Principles and Applications*: Norton.
(アレクサンダー F. 末松弘行 (監訳) (1989). *心身医学の誕生* 中央洋書出版部)
- Barnett, P. A., & Gotlib, I. H. (1988). Psychosocial functioning and depression : Distinguishing among antecedents, concomitants, and consequences. *Psychological Bulletin*, **104**, 97-126.
- Bassuk, S. S., Glass, T. A., & Berkman, L. F. (1981). Preliminary development of a scale of social support: Studies on college students. *American Journal of Community Psychology*, **9**, 435-447.
- Beh HC, Harrod ME. (1998). Physiological responses in high-P subjects during active and passive coping. *International journal of Psychophysiol*, **18**, 3, 291-300.
- Berkman, L. F., & Glass, T. (2000). Social integration, social networks, social support, and health. In Berkman, L. F., & Kawach, I. (Eds.), *Social epidemiology*. Oxford University Press. Pp. 137-173.
- Bongard, S., Pfeiffer, JS., al'Absi, M., Hodapp, & V., Linnenkemper, G. (1997). Cardiovascular responses during effortful active coping and acute experience of anger in women. *Psychophysiology*, **37**, 4, 459-466.
- Bongard, S. (1995). Mental effort during active and passive coping: a dual-task analysis.

Psychophysiology, **32**, 3, 242-248.

Brawkey (1935). Studies of the pH of Normal Resting Saliva [I] Variations with Age and Sex *Journal of dental research*, **15**, 55-77.

Charles, J.B., & Lathers, C.M., (1991). Cardiovascular adaptation to spaceflight. *Journal of Clinical Pharmacology*, **31**, 1010-1023.

Cobb, S. (1976). Social support as a moderator of life stress. *Psychomatic Medicine*, **38**, 300-314.

Cohen, S., Doyle, W. J., Skoner, D. P., Rabin, B. S., & Gwaltney, J. M., Jr. (1997). Social ties and susceptibility to the common cold. *Journal of the American Medical Association*, **277**, 1940-1944.

Cohen, S., & Wills, T. A. (1985). Stress, social support, and the buffering hypotheses. *Psychological Bulletin*, **98**, 310-357.

Cohen, S., Underwood, L., & Gottlieb, B. (Eds.) (2000). Social support measurement and intervention In , *A guide for health and social scientists*. Oxford: Oxford University Press.

Cooper, C., & Dewe, P. (2004). STRESS: A Brief History, First Edition. Blackwell Publishing Ltd. (Ed.), Oxford: Oxford University Press.

(クーパー, C.L. & デューイ, P. 大塚泰正・岩崎健二・高橋修・京谷美奈子・鈴木綾子(訳) (2006). ストレスの心理学—その歴史と展望— 北大路書房)

Donoyama N., Shoji S., & Munakata T., (2005). Effect of Traditional Japanese Massage, Anma Therapy on Body and Mind, A Preliminary Study. *The Japanese society of balneology,climatology and physical medicine*, **68**, 241-247.

藤内栄太・矢野里佳・永井宏・吉田公輔・西村良二 (2002). 医学部学生における摂食態度, ストレス, ストレスコーピングについて 福岡大学医学部紀要, **2002**, 213-219.

Dreizen, Samuel, D. D. S., Mann, Arvin W., D.D.S., Cline, J. K., PhD. and Spies, Tom D., M.D. (1946). The Buffer capacity of saliva as a measure of dental caries activity. *Journal of Dental Research*, **25**, 213, 913-918.

Duclos, M., Corcuff, JB., Pehourcq, F., & Tabarin, A.. (2001). Decreased pituitary sensitivity to glucocorticoids in endurance-trained men. *European Journal of Endocrinology*, **144**, 363-368.

Eisenbrandt (1944). Studies on the pH of Saliva. *Journal of dental research*, **23**,

363-374.

Ericson, T. (1982). Saliva as a reflection of the body. *Tandlakartidningen*, 74, 22, 1252-1254.

Ericsson, Yngve (1959). Clinical investigations of the salivary buffer action. *Acta Odontologica Scandinavica*, 17, 131-165.

Ericsson, T. (1972). *Oral Physiology*. Emmelin, N., & Zotterman, Y. (Eds.), Oxford.

(エリクソン T. 石川達也・高江洲義矩(訳) (1982). *Oral Physiology* 日本医事新報社)

Ericsson, Y. & Hardwick, L. (1978). Individual diagnosis, prognosis and counselling for caries prevention. *Caries research*, 12, 94-102.

Fratiglioli, L., Wang, H., Ericsson, K., Maytan, M., & Winblad, B. (2000). The influence of social network on the occurrence of dementia : a community-based longitudinal study. *Lancet*, 355, 1315-1319.

深田順一 (2000). ストレスとからだ 2. ストレス現象のキーファクター 日本比較内分泌学会(編) からだの中からストレスを見る 学会出版センター Pp. 6-9.

福島斉 (2004). 過労死と身体環境 環境創造, 7, 19-30.

古出隆士・岩崎忠昭・作山欽治・野村吉彦・安富栄生・山根暁一・依藤進 (1977). 精神的ストレスの心臓に及ぼす影響 *Japanese Circulation Journal*, 41, 1, 98-99.

Gerin, W., Pieper, C., Marchese, L., & Pickering, T.G. (1992). The multi-dimensional nature of active coping: differential effects of effort and enhanced control on cardiovascular reactivity. *Psychosomatic medicine*, 54, 6, 707-719.

服部祥子・山田富美雄・佐伯恵子 (1995). 阪神大震災による子どもの心的外傷後ストレス反応の実態調査 研究助成論文集, 31, 2, 18-27.

Glaser, R., Kiecolt-Glaser, J., Stout, J.C., Tarr, K.L., Speicher, C.E., & Holliday, J.E. (1985). Stress-related impairments in cellular immunity. *Psychol Research*, 16, 223-239.

Graham, N.M., Bartholomeusz, R.C., Taboonpong, N., & La Brooy, J.T. (1988). Does anxiety reduce the secretion rate of secretory IgA in saliva? *The Medical journal of Australia*, 48, 3, 131-133.

Grossman, & Brickman. (1937). Comparison of Diurnal and Normal pH Values of Saliva.

Journal of dental research, 16, 179-183.

Grossman, & Brickman. (1937). Some Observations on the pH of the Saliva *Journal of dental research*, 16, 409-416.

花沢成一 (1992). 母性感情の発達 母性心理学 医学書院 Pp. 61-91.

橋本公雄・徳永幹雄・多々納秀雄・金崎良三 (1993). スポーツにおける競技特性不安尺度(TAIS)の信頼性と妥当性 健康科学, 15, 39-49.

橋本公雄・斉藤篤司・徳永幹雄・高柳茂美・磯貝浩久 (1995). 快適自己ペース走による感情変化と運動強度 健康科学, 17, 131-140.

早川太郎・須田立雄 (1987). 第9章 唾液の生化学 早川太郎・須田立雄(編) 口腔生化学 医歯薬出版 Pp. 148-166.

林長蔵・尾山静夫 (1985). 精神的健康パターン診断検査(MHP.1) 医歯薬出版

林 春男 (1995). 被災者のこころのケア -ケア・システムの実態と最初の2ヵ月間の評価 -自然災害科学, 14, 37-47.

林貢一郎・相澤勝治・中村真理子・村井文江・目崎登 (2002). 月経周期は漸増自転車エルゴメーター運動時の呼吸循環器系及び血漿カテコールアミン応答に影響しない 日本臨床スポーツ医学会誌, 10, 2, 295-302.

林峻一郎 (1993). II 古典時代 「ストレス」の肖像 中公新書 Pp. 53-54.

林ゆかり・赤羽和久・青木朝海・平村梓・指原俊介 (2005). 定期健康診断問診票の精神的自覚症状とストレス関連疾患との関係 産業衛生学雑誌, 47, 342.

Grossman, Birkhed, D., & Björn H. (1983). Secretion rate and buffer effect of resting and stimulated whole saliva as function of age and sex. *Swedish dental journal*, 7, 227.

Herzberg, F. (1966). Work and the nature of man. In *Signet: World Press*.

樋口 隆 (2000). ストレスとホルモン 日本比較内分泌学会(編) からだの中からストレスを見る 学会出版センター Pp. 74-77.

日野秀逸 (1995). 保健活動の歩み 人間・社会・健康 医学書院

平川和文 (1983). 踏み台昇降運動時エネルギー代謝量の推定 - 身体特性と機械的効率からの検出 - 体力科学, 32, 5, 285-292.

Hoffmann, Robert, G. (1974). *New Clinical Laboratory Standardization Methods*. Expositon Press. (Hoffmann, Robert, G. ・河合忠・大谷英樹(訳) (1975). 臨床検査室における新しい標準化法 宇宙堂八木書店 克誠堂出版)

- 本郷利憲・廣重力・豊田順一(監修) (2007). 標準生理学 第6版 医学書院
- 本間研一 (2001). 内分泌 本郷利憲・廣重力(監修) 標準生理学 第5版 医学書院
Pp. 839-878.
- 本間研一 (2002). 14. 内分泌 A. 内分泌総論 本郷利憲・廣重力(監修) 標準生理学 第5版 医学書院 Pp. 840.
- Horowitz, M., Wilner, N., & Alvarez, W. (1979). Impact of Event Scale ; A Measure of Subjective Stress. *Psychosomatic Medicine*, **41**, 3, 209-218.
- 星川保・豊島進太郎・森悟・森奈緒美・池上康男 (1992). アクトグラムの体育授業の研究への応用：授業時身体活動経過の記録法の開発 体育学研究, **37**, 15-27.
- 橋本剛 (1997). 大学生における対人ストレスイベント分類の試み 社会心理学研究, **13**, 64-75.
- 飯田真・加藤陽一・神谷功・窪田種一・宮内憲一・山本良子 (1998). 4章 溶液 神谷功(監修) 生活の基礎科学 東京教学社 Pp. 49-63.
- 生和秀敏 (1993). Repression-Sensitization Scale 上里一郎(編) 心理アセスメントハンドブック 西村書店 Pp. 467-477.
- 稲浪正充・小椋たみ子・Catherine Roders・西信高 (1994). 障害児を育てる親のストレスについて 特殊教育学研究, **32**, 2, 11-21.
- Ishida, S., Ishikawa, T., Yamada, A., Kaieda, A., Toyosaki, M., Misawa, K., Sakakibara, M., Ikeda, T., Yamamoto, K., Sugimori, M., Nakazima, A., Kaya, R., & Itoh, Y. (2007). Changes in oxidative stress during open heart surgery undergoing cardiopulmonary bypass. *Bulletin of Japan Association for Clinical Engineering Technologists.*, **31**, 57-59.
- 石黒伊三雄・葛谷博磁・松沢健夫・内藤純子・長村洋一・沢田英夫・篠原力雄 (1986). 生体分子の動的代謝 水と電解質の代謝 藤田啓介(監修) 医学領域における生化学—修正版— 廣川書店 Pp. 270-271.
- 石塚雅治 (2000). 体位変換に伴う脳内ヘモグロビン濃度変化 日本レーザー医学会誌, **21**, 3, 185-200.
- 井谷徹 (2003). 産業疲労の調査法とその対策 日本醫時新報, **4120**, 21-23.
- Ito, Y., Nakamura, A., Adachi, M., Kato, A., Ishikawa, H., Maruta, K., & Hata, T. (2009). Blood oxidative stress levels and urinary dopamine values reflect the impact of

academic stress on students *Journal of Analytical Bio-Science*, **32**, 5, 422-426.

伊藤康宏・若松美幸・足達まり恵・神戸穂美・若松一雅・寺平良治・長岡俊治・伊藤祥輔
(2007). 生活習慣と血液酸化ストレスとの関連 藤田学園医学学会誌, **31**, 2,
199-202.

伊藤康宏・小栗誼人・中上寧・丸田一皓・古池隆明・米倉麗子・山田幸恵・橋本朋久・内
藤純子・長村洋一 (2000). 適度な運動の指標としてのキヌレニンの血中動態 藤田
医学会誌, **24**, 1, 121-124.

Iwase, S., Mano, T., Cui, J., Kitazawa, H., Kamiya, A., Miyazaki, S., Sugiyama, Y., Mukai,
C., & Nagaoka, S. (1999). Sympathetic outflow to muscle in humans during short
periods of microgravity produced by parabolic flight. *American journal of
Physiology.*, **277**, 419-426.

Izutsu, & Kenneth, T. (1981). Theory and Measurement of the Buffer Value of
Bicarbonate of Saliva *Journal of Theoretical Biology*, **90**, 397-403.

宇宙航空研究開発機構 (2001). NASDA・ESA・CNES の国際共同ベッドレスト研究の
実施について 宇宙開発事業団 2001年 プレリリース, 2001年 09月 12日.

Jemmott, J.B.3rd., & Magloire, K.. (1988). Academic stress, social support, and secretory
immunoglobulin A. *Journal of Personality and Social Psychology*, **55**, 803-810.

角田武也 (2008). 精神的ストレス評価の指標としての唾液中クロモグラニン A に関する
研究 明海歯学, **37**, 42-49.

梶本修身 (2003). 疲労の定量化法 医学のあゆみ, **204**, 5, 377-380.

梶本・吉村 (1960). 唾液の pH と齲蝕及び食物摂取との関係について 栄養誌, **18**,
153-158.

垣本由紀子・樽井英夫・中村彰男・長沢有恒 (1988). 精神作業負担測定法に関する実験
的研究 (2) -精神作業と唾液コルチゾールレベル- 医実報告, **29**, 3,4, 85-98.

神村栄一・海老原由香・佐藤健二・戸ヶ崎素子・坂野雄二 (1995). 対処方略の三次元モ
デルと新しい尺度(TAC-24)の作成 教育相談研究, **33**, 41-47.

Kamiya, A., Iwase, S., Michikami, D., Fu, Q., & Mano, T. (2000). Head-down bed rest
alters sympathetic and cardiovascular responses to mental stress. *American journal of
Physiology Regulatory Integrative Comp Physiology.* , **279**, 440-447.

神原憲治・伴郁美・福永幹彦・中井吉英 (2008). 身体感覚の気づきへのプロセスとバイ

- オフィードバック バイオフィードバック研究, **35**, 19-25.
- 神田武利・大津裕 (1996). セミマイクロカラム高速液体クロマトグラフィー (カラムスイッチングシステム) を用いる紫外線部吸収検出器による唾液中コルチゾールおよびコルチゾンの同時定量 臨床化学, **25**, 165-170.
- 金井篤子・若林満 (1998). 女性パートタイマーのワーク・ファミリー・コンフリクト 産業・組織心理学研究, **11**, 2, 107-122.
- 金井智恵子・長田洋和・小山智典・栗田広 (2004). 広汎性発達障害スクリーニング尺度としての乳幼児行動チェックリスト改訂版 (IBC-R) の有用性の検討 臨床精神医学, **33**, 3, 313-321.
- 笠貫宏 (1997). ストレスと不整脈 循環器科, **42**, 426-434.
- 柏瀬宏隆 (2001). ストレス時代のこころのケア 保健同人社
- Kato, H., Asukai, N., Miyake, Y., Minakawa, K., & Nishiyama, A. (1996). Post-traumatic symptoms among younger and elderly evacuees in the early stages following the 1995 Hanshin-Awaji earthquake in Japan. *Acta psychiatrica Scandinavica*, **93**, 3, 477-481.
- Kato, M., Naga, S. & Shimizu, J. (2006). Salivary buffering action as a indicator of chronic stress. *Journal of Analytical Bio Science*, **29**, 157-161.
- 加藤みわ子 (2005). 精神的および身体的急性ストレッサーが唾液緩衝能におよぼす影響。コミュニケーションと人間, **15**, 19-27.
- 加藤みわ子・安達まり恵・伊藤康宏・長岡俊治・永忍夫・清水遵 (2008). 精神的ストレッサーが味覚閾値におよぼす影響 生物試料分析, **31**, 19.
- 加藤みわ子・伊藤康宏・伊藤彩・長岡俊治・永忍夫・清水遵 (2008). 自覚されないストレッサーとしての7°ヘッドダウン状態の心理的および生理的評価 (II) 生物試料分析, **31**, 155-162.
- 加藤みわ子・伊藤康宏・永忍夫・清水遵 (2009). 情緒的サポート行動が運動者におよぼす効果 生物試料分析, **32**, 19.
- 加藤みわ子・伊藤康宏・永忍夫・清水遵 (2006). 個人の不安特性が甘味感受性におよぼす影響 日本食生活学会, **17**, 44-48.
- 加藤みわ子・伊藤康宏・永忍夫・清水遵 (2006). 軽度の運動が慢性ストレスにおよぼす影響について—唾液中 Cortisol 濃度, 気分評定による検討—. 生物試料分析, **29**, 2,

146-150.

加藤みわ子・伊藤康宏・永忍夫・清水遵 (2007). 蓄積的疲労感が塩味閾値におよぼす影響 日本食生活学会, 18, 140-144.

加藤みわ子・伊藤康宏・長岡俊治・永忍夫・清水遵 (2007). 自覚されないストレスーとしての 7° ヘッドダウンベッドレスト状態の心理的および生理的評価 生物試料分析, 30, 144-149.

加藤みわ子・伊藤康宏・長岡俊治・永忍夫・清水遵 (2007). 大学生の長期に渡る試験ストレスが唾液中 MHPG 濃度および唾液中 HVA 濃度におよぼす影響 生物試料分析, 30, 5, 409-141.

加藤みわ子・伊藤康宏・古井景・永忍夫・清水遵 (2008). 不安になりやすい性格傾向が味覚閾値におよぼす影響 心療内科, 2008 年 12, 326-332.

河村茂雄 (1999). 生徒の援助ニーズを把握するための尺度の開発：学校生活満足度尺度 (高校生用)の作成 岩手大学教育学部研究年報, 59, 1, 111-120.

河村洋二郎 (1968). 歯科学生のための口腔生理学 永末書店

健康・体づくり事業財団 (2001). 『健康日本 21 (21 世紀における国民健康づくり運動について)』 健康日本 21 企画検討会, 健康日本 21 計画策定検討会報告書.

菊池昭江・原田唯史 (1997). 看護専門職における自律性に関する研究 基本的属性・内的特性との関連 看護研究, 30, 4, 285-297.

北迫勇一・杜塚美千代・野村聡・田上順次 (2003). 簡便で低コストのう蝕リスク診断法 ハンディー型 pH メーターを用いた唾液酸緩衝能検査 デンタルダイヤモンド, 28, 12, 72-76.

小林広幸 (2000). ストレスと胃潰瘍・急性胃粘膜病変 日本比較内分泌学会(編) からだの中からストレスを見る 学会出版センター Pp. 123-136.

小牧一裕・田中國夫 (1993). 職場におけるソーシャルサポートの効果 関西学院大学社会学部紀要, 67, 57-67.

近藤智恵子・清水遵・永忍夫・田丸政男 (1999). 感情喚起ビデオ視聴時の内分泌系, 免疫系および自律神経系反応 生理心理, 19, 3, 153.

厚生労働省労働基準局監督課労働衛生課 (2002). 第 2 章「過重労働による健康障害防止のための総合対策」の解説 厚生労働省労働基準局監督課労働衛生課(編) 過重労働になっていませんか? 過重労働による健康障害を防止するために 労働調査会

Pp. 29-73.

- 小杉正太郎 (2000). ストレススケールの一斉実施による職場メンタルヘルス活動の実際-心理学アプローチによる職場メンタルヘルス活動 産業ストレス研究, 7, 141-150.
- 小杉正太郎 (編) (2003). 1 章 ストレスとは何か 小杉正太郎 (監修) ストレス心理学-個人差のプロセスとコーピング- 川島書房 Pp. 2.
- 越河六郎・藤井亀 (1987). 「蓄積的疲労徴候調査」(CFSI) について 労働科学, 63, 5, 229-246.
- 越河六郎・藤井亀 (2002). 労働と健康の調和 CFSI (蓄積的疲労徴候インデックス) マニュアル 労働科学研究所出版部
- 厚生労働省 (2001). 『脳・心臓疾患の認定基準の関する専門検討委員会報告書』
- 厚生労働省労働基準局安全衛生部 (2004). 過重労働・メンタルヘルス対策の在り方に係る検討会第1回議事録 厚生労働省, 2004年4月28日, 恒川安全衛生部長発言より
- 久保真人 (1999). ヒューマンサービス従事者におけるバーンアウトとソーシャル・サポートとの関係 大阪教育大学紀要 第IV部門 教育科学, 48, 139-147.
- 久保真人・田尾雅夫 (1994). 看護婦におけるバーンアウト・ストレスとバーンアウトとの関係 実験社会心理学研究, 34, 1, 33-43.
- 久田満・箕口雅博・千田茂博 (1989). 大学生におけるソーシャル・サポートに関する研究(1) 日本心理学会第53回大会発表論文集, 53, 314.
- Kuo, L. E., Kitlinska, J. B., Tilan, J. U., Li, L., Baker, S. B., Johnson, M. D., Lee, E. W., Burnett, M. S., Fricke, S. T., Kvetnansky, R. H., Herzog, & Zukowska, Z. (2007). Neuropeptide Y acts directly in the periphery on fat tissue and mediates stress-induced obesity and metabolic syndrome. *Nature Medicine*, 13, 803-811.
- LaRocco, J.M., House, J.S. & French, J.R. Jr. (1981). Social support, occupational stress, and health. *Journal of health and social behavior*. 21, 3, 202-218.
- Lazarus, R.S. (1999). *Stress and Emotion: A New Synthesis*. Springer, U.(Ed.), NY: Springer Publishing Company.
- (ラザルス, R. S. 本明寛 (監訳) (2004). ストレスと情動の心理学-ナラティブ研究の視点から- 実務教育出版)
- Lazarus, R.S. (2001). *Measuring Stress to Predict Health*, Hayashi, S.(Ed.), Tokyo: Seiwa Shoten.

- (ラザルス, R. S. 林俊一郎(編・訳) (2001). ストレスとコーピングーラザルス理論の招待ー 星和書店)
- Lazarus, R. S. and Folkman, S. (1984). *Stress, Appraisal and Coping*. Springer, U.(Ed.), NY: Springer Publishing Company.
- (ラザルス,R.S., フォルクマン, S. 本明寛・春木豊・織田正美 (監訳) (1996). ストレス心理学ー認知的評価と対処の研究ー 実務教育出版)
- Lazarus,R.S.,Cohen,J.B. (1977). *Enviromental Stress*. In I. Alteman & J.F.Wohhlwill (Eds.), *Human behavior and the envionment* . CA: Current theory and reseach.
- 日本生理学会 (2009). 一步一步学ぶ生命科学(人体) 生命科学教育シェアリンググループ, 2009, 10, <<http://physiology1.org/>>, (2005-2010 アクセス).
- Lilienthal, B. (1955). An analysis of the buffer system in saliva. *Journal of dental research*, 34, 4, 516-530.
- Lilienthal, B. (1955). Buffering systems in the mouth *Oral Surgery.*, 8, 828.
- Lundberg, U., & Frankenhaeuser, M. (1980). Pituitary-adrenal and sympathetic-adrenal correlates of distress and effort. *Journal of Psychosomatic Research*, 24, 125-130.
- Macnab, F. (1985). *Coping*, Melbourne: Hill of Content Publishing Company.
- (マクナブ, F. 祐宗省三 (監訳) (1991). ストレス・マネジメント, 北大路書房)
- 牧平清超・二川浩樹・ト部史恵・古胡真佐美・岡崎好秀・石田和寛・西村春樹・下野勉・浜田泰三 (2001). CAT21buf® を用いた安静時唾液の緩衝能検査に関する研究 広島歯科医学雑誌, 29, 29-33.
- 間野忠明 (2004). 宇宙飛行後の起立性低血圧. 自律神経, 41, 45-50.
- 丸山芳夫 (2002). 11 消化と吸収 A. 唾液の分泌 本郷利憲・廣重力 (監修) 標準生理学 第5版 医学書院 Pp. 661-665.
- 丸山芳夫 (2002). 11 消化と吸収 B. 胃酸の分泌 本郷利憲・廣重力 (監修) 標準生理学 第5版 医学書院 Pp. 665-671.
- 松井信夫 (2003). 特殊環境下における体液代謝の調節 体力科学, 52, 465-472.
- 松尾直博・新井邦二郎 (1998). 児童の対人不安傾向と公的自己意識, 対人的自己効力感との関係 教育心理学研究, 46, 21-30.
- 三川俊樹 (1990). ライフ・キャリアの視点から見た役割受容 進路指導研究, 11, 10-17.
- 三浦正江・坂野雄二・上里一郎 (1997). 中学生用コーピング尺度短縮版の作成の試み

- 日本心理学会第 61 回大会発表論文集, 61, 358.
- 宮田隆光 (1999). 胃はどうしてストレスに弱いのか? 佐藤信紘(編) ここまで来た胃の科学 中外医学社 Pp. 25-32.
- 水野康・大島博 (2006). 90 日間の 6 度ヘッドダウンベッドレストにおける睡眠・覚醒および直腸温リズム 宇宙航空環境医学, 43, 55-63.
- 茂木健一郎 (1999). 精神の科学, この多様な未踏の地 クオリアと主観性 こころの科学, 86, 14-19.
- Morita, H., Tanaka, K., Tsuchiya, Y., Miyahara, T., & Fujiki, N., (2001). Response of renal sympathetic nerve activity to parabolic flight-induced gravitational change in conscious rats. *Neuroscience Letters*, 301, 129-132.
- Morita, H., Tsuchiya, Y., Miyahara, T., Tanaka, K., & Fujiki, N. (2001). Acute response of aortic nerve to free drop-induced microgravity in anesthetized rats. *Neuroscience Letters*, 304, 33-36.
- Mouton, C., Fillion, L., Tawadrose, E., & Tessier, R. (1989). Salivary IgA is a weak stress marker. *Behavioral medicine*, 15, 179-185.
- 中川哲也・中井吉英 (1980). 消化器心身症の進歩 医学と薬学, 3, 203-209.
- 永松俊哉・荒尾孝・宮坂京子 (2004). 強度条件の異なる身体運動負荷が血漿中消化ホルモンの変動に及ぼす影響 体力科学, 102, 1-6.
- 永岑光恵・室田真男・清水康敬 (2002). 暗算課題遂行における唾液中コルチゾールと心拍数を用いた心理変数の変化 電子情報通信学会技術報告, 101, 706, 157-164.
- 長野祐一郎・児玉昌久 (1999). ストレス負荷時の呼吸波形の変化--能動/受動的対処における呼吸、心臓血管反応 早稲田心理学年報, 31, 1, 35-42.
- 長野祐一郎・児玉昌久 (2005). 支援的他者の存在が心臓血管反応に与える影響 生理心理学と精神生理学, 23, 3, 197-205.
- 長坂猛・田中美智子・須永清・増田敦子・楊箬隆哉・佐伯由香・榊原吉一 (2000). 音刺激が心拍変動におよぼす影響. 宮城県立看護大学研究紀要, 1, 61-65.
- Nagasawa, S., Nishikawa, Y., Jun, L., Futai, Y., Kanno, T., Iguchi, K., Mochizuki, T., Hoshino, M., Yanaihara, C. and Yanaihara, N. (1998). Simple enzyme immunoassay for the measurement of immunoreactive chromobranin A in human plasma, urine and saliva. *Biomedical Research*, 19, 6, 407-410.

- 中島義明・子安増生・繁樹算男・箱田裕司・安藤清志・坂野雄二・立花政夫(編)(1999).
心理学事典 有斐閣
- 永忍夫・清水遵・須賀京子・米澤弘恵(2002). HPLCによる唾液中 MHPG および HVA
の同時分析 生物試料分析, **25**, 66.
- 永忍夫・清水遵・田丸政男・戸塚裕久(2002). 3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol (MHPG)
の分析 生物試料分析, **25**, 178-183.
- 内藤祐子・松本高明・室増男(2003). 運動ストレスによる唾液クロモグラニン A とカテ
コールアミン類について 体力科学, **52**, 914.
- 内藤祐子・松本高明・室増男(2005). 運動週間が唾液クロモグラニン A 濃度と心拍数減
衰反応に及ぼす影響 国士舘大学体育研究所報, **24**, 85-87.
- Nakane, H., Asami, O., Yamada, Y., & Ohira, H. (2002). Effect of negative air ions on
computer operation, anxiety and salivary chromogranin A-like immunoreactivity.
International Journal of psychophysiology, **46**, 85-89.
- 中根英雄(1999). 新精神的ストレス指標としての唾液中クロモグラニン A 豊田中央研
究所 R&D レビュー, **34**, 17-22.
- 中谷陽明・東条光雅(1989). 家族介護者の受ける負担-負担感の測定と要因分析 社会老
年学, **29**, 27-36.
- 中田靖子・飯島昭二・丸山聡・田嶋富美子・益田倫夫・長田博(2000). 生体負担度評価
指標としての唾液中分泌型 IgA の基礎的検討 医実報告, **40**, 2, 27-35.
- 中里克治・水口公信(1982). 新しい不安尺度 STAI 日本語版の作成 心身医学, **22**,
108-112.
- 日本の法令(1993). 第三節環境基準 環境基本法(平成5年法律第91号).
- 野口裕二(1991). 高齢者のソーシャルサポート:その概念と測定 社会老年学, **34**, 37-48.
- Obrist, Paul, A., Gaebelin, Shanks-Tellerr, E., Langer, W., Gringnolo, A., Light, K.C., &
McCubbin, J. A. (1978). The relationship among heart rate, carotid dP/dt, and blood
pressure in humans as a function of the type of stress. *Psychophysiology*, **15**, 2,
102-115.
- 織田弥生・中村実・龍田周・小泉祐貴子・阿部恒之(2000). 就労者の唾液中・尿中コル
チゾール標準値作成の試みとその有用性の検討 高速液体クロマトグラフィーを用い
て 人間工学, **36**, 6, 287-297.

- 大日向雅美 (1988). 母子関係と母性の発達 (母子関係<特集>) 心理学評論, 31, 1, 32-45.
- 岡田泰伸 (2002). 1. 細胞の一般生理 B. 細胞とその環境 本郷利憲・廣重力 (監修) 標準生理学 第5版 医学書院 Pp. 31.
- 岡野禎治 (1996). 日本版エジンバラ産後うつ病調査票 (EPDS) の信頼性と妥当性 精神科診断学, 7, 523-533.
- 岡安孝弘・島田洋徳・丹羽洋子・森俊夫・矢富直美 (1992). 中学生の学校ストレスナー評価とストレス反応との関係 心理学研究, 63, 310-318.
- 岡崎好秀・東知宏・田中浩二・岡本安広・村上知・宮崎淳・井上哲圭・福島康祐・松村誠士・下野勉 (2000). 中学生における唾液緩衝能テストと齲蝕罹患状態の関係について 小児歯科学雑誌, 38, 3, 615-621.
- 奥田哲也・山田順亮・伊藤宏樹・渡辺正樹 (1998). 健常者における起立性負荷時収縮期血圧の変動 理学療法学, 25, 21-25.
- 大森啓造・柳純二・高島敏伸・江村正 (1998). 若年成功血圧のカテコールアミン代謝に及ぼす身体的・精神的ストレスの影響 *Progress in Medicine*, 18, 12, 2851-2857 (2855).
- 大平充宣 (2006). 微小重力環境下での運動 学術の動向, 10, 58-63.
- 大美賀直子 (2007). どうして会社に行くのが嫌なのか アスキー出版
- 大須賀美恵子・寺下裕美・下野太海・戸田真美子 (1995). 自律系生理指標を用いた精神作業負担の評価に向けて(4) : 心拍変動指標の妥当性について 日本人間工学会大会講演集, 36, 410-411.
- 大竹恵子・島井哲志・嶋田洋徳 (1998). 小学生のコーピング方略の実態と役割 健康心理学研究, 11, 37-47.
- 尾崎フサ子 (1988). 看護婦の職務満足質問紙の研究 大阪府立看護短期大紀要, 10, 1, 17-24.
- 尾崎麻衣・高山智子・吉良尚平 (2005). 女子大学生の食生活状況および体型・体重調節志向と疲労自覚症状との関連 公衆衛生誌, 52, 387-398.
- 尾関友佳子 (1993). 大学生用ストレス自己評価尺度の改定 : トランスアクション的な分析に向けて 久留米大学大学院比較文化研究科年報, 1, 95-114.
- Pagani, M., Mazzuero, G., Ferrari, A., Liberati, D., Cerutti, S., Vaitl, D., Tavazzi, L., &

- Malliani, A. (1991). Sympathovagal interaction during mental stress. A study using spectral analysis of heart rate variability in healthy control subjects and patients with a prior myocardial infarction. *Circulation*, **83**, II 43-51.
- Pagani, M., Furlan, R., Pizzinelli, P., Crivellaro, W., Cerutti, S., & Malliani, A. (1989). Spectral analysis of R-R and arterial variabilities to assess sympatho-vagal interaction during mental stress in humans. *Journal of Hypertension*, **7**, S14-15.
- Patel, C (1995). 原因と結果, その対処法 竹中晃二(編) ガイドブックス・ストレスマネジメント: 信山社出版
- Patel, Nayana, M. Kumar, Paramod & Mori, Jayshih B. (1989). Consequences of marital maladjustment: Study of mental health. *Journal of Personality & Clinical Studies*, **5**, 1, 61-63.
- Raphael, B. (1985). Mental and physical health consequences of disasters. *The Medical Journal of Australia*, **143**, 5, 180-181.
- Rodriguez, M. S., & Cohen, S. (1998). Social Support. In Friedman, H. S. (Ed.), *Encyclopedia of mental health*. Academic Press. Pp. 535-544.
- Russell, Weiss, & Mendelsohn (1989). Affect-Grid: A Single-Item Scale of Pleasure and Arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, **57**, 493-502.
- 佐竹将宏・初山日出樹・上村佐知子 (1998). 健常者の能動的な体位変換に伴う血圧と脈拍数の変化 秋田大学医療技術短期大学部紀要, **6**, 2, 169-174.
- 佐藤昭夫 (2002). 6. 自律機能と本能行動 I 自律神経系 本郷利憲・廣重力 (監修) 標準生理学 第5版 医学書院 Pp. 384.
- 澤田幸展 (1997). 心臓血管系における自律神経調節機能の評価 心理学評論, **40**, 203-220.
- 澤田幸展 (1999). 心拍変動性: それは心理生理学において利用可能か? バイオフィードバック研究, **26**, 8-13.
- 吉田洋 (1969). 第5章 消化 III. 唾液の生理 栖原六郎(監修) 新編歯学生理学 医歯薬出版 Pp. 172-194.
- 征矢英昭 (2000). ストレスと運動 日本比較内分泌学会(編) からだの中からストレスを見る 学会出版センター Pp. 152-156.
- 征矢英昭・齋藤剛 (2001). 運動ストレスによるホルモン分泌と脳 宮原実晴(編) 新運動生理学(下巻) 真興交易(株) 医書出版部 Pp. 346.

- 関口千春・村井正 (1998). 循環器 宇宙開発事業団 (編) 宇宙医学・生理学 Pp. 42-56.
- Selye, H. (1956, 1976) *The Stress of Life*, revised edition, YN: McGraw-Hill Book Co.Ltd.
- (セリエ, H. 杉靖三郎・田多井吉之介・藤井尚治・竹宮隆(訳) (1988). 第二部ストレス構造の解明 5.生体のメカニズムを解く Selye, H. (Ed.) 現代社会とストレス [原著改訂版] 法政大学出版社 Pp. 115.)
- 瀬戸正弘・長谷川尚子・坂野雄二・上里一郎 (1997). [日本的タイプA行動評定尺度 (CTS)]開発の試み 平成7年度科学研究費補助金(総合研究A)研究成果報告書, 5-16.
- 瀬戸正弘・長谷川尚子・坂野雄二・上里一郎 (1997). 「日本的タイプ A 行動評定尺度 (CTS)」開発の試み カウンセリング研究, 30, 199-206 .
- 嶋田洋徳 (1993). 児童の心理的ストレスとコーピング過程-知覚されたソーシャルサポートとストレス反応の関連 ヒューマン・サイエンス・リサーチ, 2, 27-44.
- Shimazu, A., Shimazu, M., & Odahara, T. (2004). Job control and social support as resources of coping : Effects on job satisfaction. *Work and Stress*, 17, 38-51.
- Shimazu, A., Shimazu, M., & Odahara, T. (2005). Divergent effects of active coping on psychological distress in the context of the job demands-control-support model: The roles of job control and social support. *International Journal of Behavioral Medicine*, 12, 192-198.
- 島津明人 (2000). ストレス調査に基づく職場メンタルヘルス活動 産業ストレス研究, 7, 151-157.
- 島津明人・小杉正太郎 (1997). 従業員を対象としたストレス調査票作成の試み : (2) コーピング尺度の作成 早稲田心理学年報, 30, 19-28.
- 清水遼・永忍夫・田丸政男・杉本助男 (1999). 感情喚起ビデオ視聴による唾液中 Free Cortisol レベルの変動 藤田学園医学会誌, 23, 117-121.
- 清水遼・永忍夫・田丸政男 (1999). 感情喚起ビデオ視聴による唾液中コルチゾールレベルの変動 生理心理学と精神生理学, 17, 2, 74.
- 清水遼・杉本助男・永忍夫・田丸政男 (2000). 香りによる快・不快体験が心拍変動および唾液中コルチゾールレベルに及ぼす影響 生理心理学と精神生理学, 18, 2, 143.
- 清水強 (2000). 微小重力環境と血液循環 呼吸と循環, 48, 453-461.

- 下野太海・大須賀美恵子・寺下裕美 (1998). 心拍・呼吸・血圧を用いた緊張・単調作業ストレスの評価手技の検討 人間工学, **34**, 3, 107-115.
- 島津明人・布施美和子・種市廉太郎・大橋靖史・小杉正太郎 (1997). 従業員を対象としたストレス調査票作成の試み：(1) ストレッサー尺度・ストレス反応尺度の作成 産業ストレス研究, **4**, 41-52.
- Shiraiwa, M., Hasegawa, K., & Niioka, T. (2000). Changes in the blood volume and oxygenation in the brain during a mental arithmetic task and their relationships to cardiovascular Responses. *Therapeutic Research*, **21**, 1516-1519.
- Slochower, J., Kaplan, S.P., & Mann, L. (1981). The Effects of Life Stress and Weight on Mood and Eating. *Appetite*, **2**, 115-125.
- Stroeb, W., & Stroebe, M. (1996). The social psychology of social support. In Higgins, E. T., & Kruglanski, A. W. (Eds.), *Social psychology: Handbook of basic principles*. Guilford. Pp. 597-621.
- 菅原ますみ・島悟・戸田まり・佐藤達哉・北村俊則 (1994). 乳幼児期にみられる行動特徴：日本語 RITQ および TTS の検討 教育心理学研究, **42**, 3, 315-323.
- 鈴木恵里・出口晃・浜口均・川村洋一・田中紀行・川村直人・川村憲市・美和千尋・杉村公也 (2007). 健常人における温泉浴の唾液分泌と唾液中分泌型 IgA 分泌に及ぼす影響 日本温泉気候物理医学会誌, **70**, 127-132.
- 庄司正美・庄司一子 (1992). 職場用コーピング尺度の信頼性・妥当性の検討 産業医学, **34**, 10-17.
- 高田明和 (2004). ストレスと大脳生理学 治療, **86**, 3, 431-435.
- 高比良美詠子 (1998). 対人・領域別ライフイベント尺度(大学生用)の作成と妥当性の検討 社会心理学研究, **14**, 12-24.
- Takenaka, K. (1992). Psychophysiological reactivity to stress and aerobic fitness. *International Journal of Sport and Health Science*, **37**, 29-242.
- 田中宏二・渡辺三枝子 (1994). OSI 職業生活アセスメント 社団法人雇用問題研究会
- 田中宏二・渡辺三枝子・上坂武 (1993). OSI 職業生活アセスメントの開発--予備的研究 岡山大学教育学部研究集録, **93**, 185-195.
- 田中正博 (1996). 障害児を育てる母親のストレスと家族機能 特殊教育学研究, **34**, 3, 23-32.

- 田中正敏 (2003). ストレス応答の分子機構 脳内ストレス応答とノルアドレナリン.
Clinical Neuroscience, **21**, 993-996.
- 谷島一嘉 (2001). 人工重力 バイオメカニズム学会誌, **25**, 45-50.
- Tenovuo, Jorma, O. (1989). 唾液分泌量と緩衝能および pH, 唾液の科学 一世出版 Pp.
38-48.
- 寺下裕美・大須賀美恵子・下野太海・戸田真美子 (1995). ストレス課題下の生理指標値
と主観評価値の相関分析 日本心理学会第 59 回大会論文集, **59**, 897.
- 寺下裕美・大須賀美恵子・下野太海・戸田真美子 (1998). 作業者の感情評価への Fuzzy
評価法の導入 日本ファジィ学会誌, **10**, 2, 186-194.
- 戸田真美子・大須賀美恵子・寺下裕美・下野太海 (1995a). 自律系生理指標を用いた精
神作業負担の評価に向けて (3) : 換気量の推定方法について 日本人間工学会大会
講演集, **36**, 408-409.
- 戸田真美子・大須賀美恵子・寺下裕美・下野太海 (1995b). 呼吸運動曲線を用いた換気
量曲線の推定 バイオフィードバック研究, **22**, 28-29.
- 戸ヶ崎泰子・秋山香澄・嶋田洋徳・坂野雄二 (1997). 小学校用学校不適応感尺度開発の
試み ヒューマンサイエンスリサーチ, **6**, 207-220.
- 東郷史治・宮下充正 (1994). 全身持久力の測定評価のためのステップテストの変遷 体
育の科学, **44**, 4, 309-313.
- 飛鳥井望 (1999). 不安障害外傷後ストレス障害 (PTSD) 臨床精神医学, 増刊,
171-177.
- 堤明純・萱場一則・石川鎮清・苅尾七臣・松尾仁司・詫摩衆三 (2000). Jichi Medical
School ソーシャル・サポートスケール (JSS-SSS) : 改訂と妥当性・信頼性の検討
公衆衛生学雑誌, **47**, 866-878.
- 堤明純・堤要・折口秀樹・高木陽一・詫摩衆三・萱場一則・五十嵐正紘 (1994). 地域住
民を対象とした認知的社会的支援尺度の開発 公衆衛生学雑誌, **41**, 965-974.
- Uchino, B. N., Cacioppo, J. T., & Kiecolt-Glaser, J. K. (1996). The relationship between
social support and physiological processes : A review with emphasis on underlying
mechanisms and implications for health. *Psychological Bulletin*, **119**, 488-531.
- Uebaba, K., & XU, F. (2004). Change of Stress Markers by Footbath --Salivary IgA,
urinary 8(OH)dG and autonomic nervous balance--. *The Japanese society of*

balneology, climatology and physical medicine, **67**, 109-118.

- 牛山和憲・小川剛・石井正徳・富沢巧治・野口祐一・鯉坂隆一・杉山靖郎・伊藤巖
(1989). 計算負荷試験の生体に及ぼす影響. *Therapeutic Research*, **10**, 1, 209-215.
- 牛山和憲・石井正徳・小川剛・杉山靖郎・伊藤巖 (1990). 計算負荷試験の生体に及ぼす
影響 一年齢, 性, 計算能力, 性格による循環系反応の差異— *Therapeutic Research*,
11, 7, 2211-2216.
- 若林満・宗方比佐子 (1985). 女性管理職に対する態度 (WAMS)の研究 名古屋大学教
育学部紀要(教育心理学科), **32**, 257-285.
- 若林満・宗方比佐子 (1986). 女性管理職に対する態度(WAMS)と女性リーダーシップの
評価に関する研究 名古屋大学教育学部紀要(教育心理学編), **33**, 229-246.
- 渡部玲二郎・佐久間達也 (1998). 児童の算数不安の構造およびおそれに対する教師のサ
ポートについて-ソーシャルサポートの観点からの検討- 教育心理学研究, **46**,
184-192.
- 渡辺葉一・小石寛文 (2000). 中学生の登校回避感情とその規定要因-ソーシャル・サポー
トとの関連を中心にして- 神戸大学発達科学部研究紀要, **8**, 1, 1-11.
- Weiss, D. S. and Marmar, C. R. (1997). Assessing psychological trauma and PTSD In
Wilson, J. P., & Keane, T.M. (Eds.), *The Impact of Event Scale-Revised*. Guilford
Press. Pp. 399-411.
- White-Welkley, JE., Bunnell, BN., Mougey, EH., Meyerhoff, JL., & Dishman, RK. (1995).
Treadmill exercise training and running and immobilization. *Physiology and Behavior*
, **57**, 533-540.
- copyright World Health Organization (2004). WHO definition of Health *World Health
Organization*, Retrieved December 23th,2004, World Wide Web:
<http://www.who.int/about/detinition/en/>.
- William, J., Ray, Harry, W., & Cole. (1985). EEG Activity During Cognitive Processing:
Influence of Attentional Factors. *International Journal of Psychophysiology*, **3**, 43-48.
- Wills, T. A., & Filer, M. (2001). Social networks and social support. In A. Baum, & T.
Revenson, (Eds.), *Handbooks of health psychology*. Mahwah, Lawrence Erlbaum
Associates. Pp. 209-234.
- 八木昭宏 (2002). 免疫系. 内分泌系指標 宮田洋(監修) 新生理心理学〈1巻〉生理

心理学の基礎 北大路書房 Pp. 281-287.

山田茂人・矢島潤平・津田彰・山内宏治・前田久雄・田中正敏 (1999). 不安障害患者における唾液中 3-methoxy-4-hydroxyphenylglycol 濃度の薬物治療による変化 日本神経精神薬理学雑誌, 19, 67-71.

山崎勝男 (2002). 精神神経免疫学的研究 宮田洋(監修) 新生理心理学 (3 卷) 新しい生理心理学の展望 北大路書房 Pp. 42.

Yang, R., Yehuda, R., Holland, D., & Knott, p. (1997). Relationship between 3-Methoxy-4-Hydroxyphenylglycol and Homovanillic Acid in Saliva and Plasma of Healthy Volunteers. *Society of Biological Psychiatry*, 42, 821-826.

横山博司・岩永誠 (2003). ストレスの理解 横山博司・岩永誠(監修) ワークストレスの行動科学 北大路書房 Pp. 200-243.

謝 辞

本論文は、筆者が愛知淑徳大学大学院コミュニケーション研究科心理学専攻博士後期課程に在籍中の研究成果をまとめたものである。稿を終えるにあたり、研究をご許可いただいた小林素文学長に深甚の謝意を捧げる。

本研究をおこなうにあたり、実験に参加・協力くださった専門学校、大学・大学院の生徒・学生・院生、およびスタッフの皆さまに心から感謝の意を表す。また、藤田保健衛生大学医療科学部教授(当時)永忍夫先生には、学部生時代より数々のご教示、ご助力を賜った。ここに深謝する。加えて、貴重な助力や助言をいただいた愛知淑徳大学心理学部、および心理学研究科の諸先生、院生、研究生の皆さまと、藤田保健衛生大学医療科学部教授伊藤康宏先生に謹んで感謝の意を表す。

愛知淑徳大学心理学研究科教授清水遵先生には指導教授として本研究の実施の機会を与えていただき、その遂行にあたって右往左往する著者に、終始多大なるご指導を賜り、最後まで見守り支えてくださった。末筆ながら、その御厚恩に衷心よりの感謝を申し上げるとともに敬意を表す。

本研究の一部は、財団法人大幸財団の学芸奨励生助成費によった。

2010年 2月吉日

加藤 みわ子