

ストレッチングが計算課題遂行数と気分尺度に及ぼす効果

著者	伊藤 マモル, 中澤 史, 朝比奈 茂, 落合 久夫, 鈴木 良則, 山本 利春
出版者	法政大学体育・スポーツ研究センター
雑誌名	法政大学体育・スポーツ研究センター紀要 = The Research of Physical Education and Sports, Hosei University
巻	29
ページ	19-28
発行年	2011-03-31
URL	http://doi.org/10.15002/00007164

ストレッチングが計算課題遂行数と気分尺度に及ぼす効果

The effect of stretching on performance of calculation task and the scale of mood states

伊藤 マモル (法政大学)
Ito Mamoru, PhD
中澤 史 (法政大学)
Tadasi Nakazawa
朝比奈 茂 (法政大学)
Shigeru Asahina, PhD
落合 久夫 (法政大学)
Hisao Ochiai
鈴木 良則 (法政大学)
Yoshinori Suzuki
山本 利春 (国際武道大学)
Toshiharu Yamamoto, PhD

Key word (キーワード)

ストレッチング、学習効率、精神的疲労、計算課題、気分尺度

I. 緒言

我々が会議や仕事に集中できる時間はいったいどの程度だろうか。

高等学校までの授業時間の単位は45分間であるが、大学では一般に90分間である。その時間が長いかどうかは個人的観念に左右される。しかし、学業に対する関心度の低下によるものなのか、授業中の私語、居眠り、携帯電話の使用など、学生の授業中の学習態度を問題視する大学は少なくない¹⁻⁴⁾。このような、授業に集中して専念できない理由の背景として、様々な要因が浮かぶ中で、授業中に生じる学生らの精神的疲労の影響は小さくない。特に最近では、午前中から疲労や睡眠不足を訴えたり、そのために授業を遅刻する者も見られる。

ここで述べる精神疲労とは、ストレスの過重蓄積によって陥る状態⁵⁾のみならず、大脳皮質全体の約30%を占める前頭連合野の精神機能として挙げられる認知、記憶、思考、言語、感情などの諸機能が消耗し、回復のための休息を必要としている状態⁶⁾を指す。

渡辺ら⁷⁾は、意欲と疲労の計測により、学習意欲低下の実態とその要因を探るための研究報告書の中で、疲労得点と学習意欲の得点が逆相関を示すと報告している。すなわち、疲労得点の高い者は学習意欲が低下しており、疲労回復は学習意欲向上につながる可能性が示唆されるという。この疲労得点は睡眠時間、朝食の欠食、食生活の乱れ、運動習慣がない、TVの視聴時間とゲームやパソコンを行う時間が長いなどの

因子と相関関係がある⁷⁾。このことから、疲労得点が高い者を早期に発見し、対処するためのシステムを構築することは重要であろう。一方、大学生に顕著にみられる摂取する栄養の偏りや朝食の欠食、生活習慣の乱れによる昼夜逆転現象と睡眠不足、TVやパーソナルコンピューターの普及によるインターネットやゲームなどのテクノストレスによる精神的疲労や視覚疲労、運動不足による体力低下や免疫力低下などを指摘した研究は非常に多い。このことは、我々がH大学法学部1年生の約400名を対象に行った調査結果⁸⁾において、体力の低下(約70%)、生活習慣の乱れ(約60%)、疲れやすさ(約70%)などにも表れ、健康状態の低下を危惧する者の割合が非常に高いことが示されただけでなく、これらの割合が入学半年後にさらに有意に増加したことは大きな問題だと言える。

顕在化が困難であるこれらの疲労要因の蓄積を自覚することなく慢性疲労状態に陥っている学生の実態は推測の域を出ない。しかし、授業中の集中力や学習効率のさらなる低減を予防するための措置として疲労解消を講じることは重要といえる。すなわち、疲労と学習意欲は逆相関を成すため、学習意欲を向上させるためには疲労を解消することが必要なのである⁹⁾。

ところで、疲労解消に運動が有効であることを示した研究は少なくない。特に、局所的な筋の伸張性低下や関節可動域の減少、張りや凝りなどの骨格筋疲労にはスタティックなストレッチングが有効である¹⁰⁻¹⁶⁾。また、筋疲労時の血液中に増加するアンモニアや乳酸などの除去には、ストレッチング

よりも軽運動、ジョギング、水泳や水中運動などの有酸素系運動が有効と言える¹³⁾¹⁷⁾。有酸素系運動に関しては、ストレスの内分泌的指標である副腎皮質ホルモンのコルチゾール濃度を低下させることや¹⁸⁻²⁰⁾、肉体的な疲労を示す身体のストレス反応系として変動する種々のホルモンなどの内分泌系、分泌型免疫グロブリンAやNK細胞などの免疫系などへの影響も研究されている²¹⁻²²⁾。また、タンパク同化作用を有するテストステロンはPOMSテストの結果などの心理的側面との関連性が報告されており²³⁾、POMSテストにおける“緊張不安”や“怒り”などの状態不安を運動が低減させる心理的効果のあることも検証されている²⁴⁻²⁸⁾。

さらに、有酸素系運動の効果として、集中力や学習意欲などを低減させる精神的疲労との関連性が高いと考えられるセロトニン²⁹⁾やその前駆体であるトリプトファンに及ぼす運動の効果⁶⁾も認められている³⁰⁻³¹⁾。佐野ら³²⁾は、人のセロトニン神経系を有意に賦活化させるためには、特にリズムカルで軽い運動が脳内セロトニンを増加させることを示唆している。このように精神的疲労に運動が有効であるということは、低減した集中力をも賦活させる可能性が高い。角田ら³³⁾は、健常人を対象に有酸素系運動の強さとPOMSのサブスケールの改善度が比例することから、長期間の有酸素系運動による気分改善効果をPOMSから検討し、有酸素系運動が気分の改善に有効であることを示している。

以上のように、肉体的疲労と精神的疲労のいずれの軽減にも運動は有効にはたらく可能性が期待されることから、効率的な学習を維持するための覚醒刺激として運動は手軽だが重要な手段となり得るかもしれない。しかしながら、ジョギング、エアロビクス、水泳などの有酸素系運動やリズムカルな軽運動を授業中に教室で行うことは現実的に困難である。そこで、授業中の教室内での実施が可能であり、気分を改善し精神的疲労の解消に有効な運動を明確にすることは重要である。

II. 目的

本研究は、精神的疲労を改善させる一過性の運動プログラムを開発することで、講義中に停滞する可能性がある学習意欲を喚起し、学習効率の向上に寄与することを目的としたプロジェクト研究を構築するための萌芽的研究である。

その第一段階である本研究では、単調で一方的な視聴するだけの講義を受けた直後の心理状態（気分）および計算課題の遂行数が、一過性の運動課題を実施した前後でどのように変化するかを検討するとともに、運動が精神疲労に及ぼす効果ならびに講義中の気分改善策として一過性の運動の導入が可能かどうかを検証することを目的とした。

III. 方法

本研究で検討する運動は、自分の周囲に運動を行うための十分なゆとりを確保できない教室という限られた空間で行うため、椅子着座位で実施可能なスタティックストレッチングならびに軽運動の2種類を検討することとした。また、こ

れらの運動課題の効果を評価する方法に関しては唾液や血液の採取は困難であるため非侵襲的手段を講じたこととした。Shinodaら³⁴⁾は、生理的覚醒を見る上で脳波および心拍数が有効な指標であるとしている。しかし、本研究では30~40名の被験者に対して90分間という講義時間の中で実験的に精神的疲労状態に陥らせ、効果の検証を一斉に実施することを想定するため、本研究の実験条件にはそぐわない。そのため、POMSテストやフリッカーテストなどよりもさらに短時間で実施可能な方法が必要である。この点では、長時間走運動による血中アンモニアの上昇が加算作業成績に及ぼす影響を検討するために大森ら³⁵⁾が用いたマークシート加算テストFFMクレペリンテストがある。しかし、本研究ではそれよりも短時間で実施可能な計算課題を検討することとした。

1. 被験者

被験者はH大学法学部1学年の2クラス59名（男子34名、女子25名）とした。被験者には講義開始前に研究の目的ならびに実験内容を口頭で説明し協力を求め、全員から快諾を得た。実施する運動課題のうち、ストレッチングを実施するクラスをストレッチ群とし、もう一方のクラスは軽運動群とした。

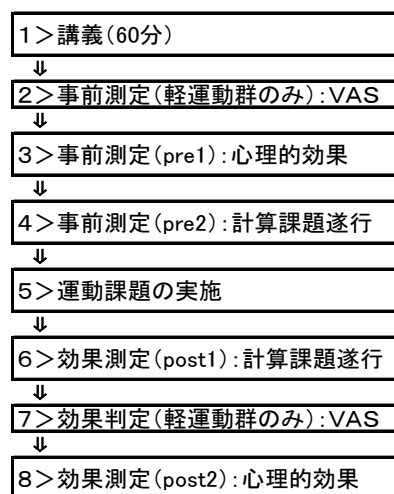


図1 実験の手順

2. 実験の手順 (図1)

1) 講義

被験者らの必修科目となっているスポーツ総合演習に関する講義を60分間実施した。講義では学生に発言を求めたり、質疑を受けずに、マイクロソフト社製パワーポイントで作成した講義資料を教室の前方スクリーンに映写し、単調で一方的な解説を行った。

2) 心理状態 (気分) の測定

講義終了後、運動課題の事前測定として、表1に示した質問紙による自己記入式の心理状態（以下、気分と略す）の測定を行った。運動課題の事前測定をpre1とし、運動課題終了後の効果判定をpost2とした。

表 1 改・二次元気分尺度

質問		全く そうで ない	少し は そう	やや そ う	ある 程 度 そ う	か な り そ う	非 常 に そ う
ア	落ち着いた	0	1	2	3	4	5
イ	イライラした	0	1	2	3	4	5
ウ	だるい	0	1	2	3	4	5
エ	エネルギーが あふれる	0	1	2	3	4	5
オ	リラックスした	0	1	2	3	4	5
カ	ピリピリした	0	1	2	3	4	5
キ	だらけた	0	1	2	3	4	5
ク	イキイキした	0	1	2	3	4	5

採点・分析方法	
質問項目ア〜クに回答された数字(0~5点)を以下の式に算入して、活性度(V)、安定度(S)、快適度(P)、覚醒度(A)の各得点を算出します。	
活性度(V)	$= \text{エ}() + \text{ク}() - \text{ウ}() - \text{キ}() = \text{V}[\quad]$
安定度(S)	$= \text{ア}() + \text{オ}() - \text{イ}() - \text{カ}() = \text{S}[\quad]$
快適度(P)	$= \text{V}[\quad] + \text{S}[\quad] = \text{P}[\quad]$
覚醒度(A)	$= \text{V}[\quad] - \text{S}[\quad] = \text{A}[\quad]$

3) 計算課題

気分測定の質問紙への記入が全員終了した後、計算課題としていわゆる百マス計算を実施した。運動課題の事前測定をpre2とし、運動課題終了後の効果判定をpost1とした。百マス計算は、縦10×横10のマスの上端列と左端列にそれぞれ0から9の数字を不規則に並べ、それぞれが交差するマスの中に指定された計算方法(加法、減法、乗法、除法など)の答えを記入する計算トレーニングとして一般に知られている。本研究では計算課題は加法を指示した。また、pre2とpost1の計算課題の左端列と上端行に示した0から9の数字の配列は異なる課題を使用した。なお、ストレッチ群の計算遂行時間は30秒までとし、軽運動群の計算遂行時間は45秒までとした。異なる計算時間で測定した理由は、今後のプロジェクト研究における実験方法を検討するためであり、これらの結果の比較に際しては、一秒間当たりの遂行数に換算し評価することとした。

4) 運動課題・教示内容

計算課題終了後、ストレッチ群は前方スクリーンに映写された図をもとに実験者の解説に従いながら、座位姿勢で行うスタティックストレッチング6種目³⁶⁾を約5分間実施した。同様に軽運動群では、座位で行う手指を折り曲げる動作や腕の屈伸運動、立位でのその場足踏み運動や小刻みなジャンプ動作などをゲーム性を含ませて行えるよう実験者が指導して約5分間実施した。ただし、立位での運動による怪我を予防する目的で2種目のスタティックストレッチングを軽運動に含めた。

3. 気分の測定

気分の測定には、二次元気分尺度³⁷⁾を改定したものを用い

た。先行研究³⁷⁻³⁸⁾を参考にアスリートを対象とした事前調査を実施した際、表1における質問項目ウが「無気力な」、エが「活気にあふれた」であった。しかし、この2項目が理解しにくいとの被験者からの指摘があったため、先行研究³⁷⁾での気分表現語の評価において同評価を得ている「だるい」「エネルギーがあふれる」の2語を採用し、表1の二次元気分尺度の改定版を作成し本研究に用いた。

二次元気分尺度とは、心理状態を表す8つの質問項目に「0. 全くそうでない」から「5. 非常にそう」までの6件法で解答し、活性度、安定度、快適度、覚醒度の4尺度のスコアを算出することにより気分(心理状態)の測定に帰する質問紙である。

本尺度の特徴は、①心理学の専門概念ではなく、「興奮-沈静」「快-不快」の2軸に基づく評価が可能であるとともに、被験者が得られた結果について理解しやすいこと、②質問が8項目と少なく、1分程度で完了し、被験者への負担が少なく簡便であることなどが挙げられる³⁸⁾。

4. VASによる気分の測定

気分の主観的評価のもう一つの指標として、視覚的アナログスケールvisual analogue scale (VAS)を用いた。VASを用いた気分の評価では、講義開始時の気分(やる気、意欲、安定、生き生き、楽しさ、快適さ、覚醒、疲労)と比較し、それよりも気分が非常に良い状態を10とし、最悪の状態を0として、0から10までの数値を記録させた。なお、VASによる気分の測定は、ストレッチ群では測定準備に不具合があったため中止した。

5. 期日

実験の実施期日は、ストレッチ群は2010年11月25日、軽運動群は2010年12月9日で、いずれも13時30分から15時00分に実施した。

6. 教室

H大学富士見坂校舎F504教室をいずれも使用した。室温および湿度は常設のエアコンにより施設管理者が調整していたためコントロールできなかった。ただし、窓の開閉などは行わなかった。

7. 分析

表2から表6までは平均値±標準偏差で示した。pre1とpost2およびpre2とpost1の平均値の差の検定においては、対応のあるt検定を行った。また、ストレッチ群と軽運動群の平均値の差の検定においては、対応のない(独立した)t検定を行った。運動課題前後の各気分の関連性を見るためにスピアマンの順位相関係数検定を行った。これらの統計処理にあたっては、IBM SPSS Statistics Ver.19 for Windowsを使用し、有意水準は全て5%未満とした。

IV. 結果

表2は、運動課題前後の計算課題を遂行して解答した数をストレッチ群と軽運動群で比較したものである。両群ともpre2の解答数と比較してpost1の解答数は有意に増加した。

両群の平均値に大きな差が認められたのは、計算課題遂行のための制限時間が異なるためであり、計算のための各遂行時間はストレッチ群が30秒までとし、軽運動群は45秒までであった。このことから両群間の平均値の差の検定は割愛した。

運動課題の違いによって解答数が異なるかどうかを調べるために、各被験者の計算課題遂行数を制限時間で除し、一秒間当たりの解答数を求め、両群の平均値を図2に示して比較した。その結果、運動課題前のストレッチ群の解答数は 1.29 ± 0.24 であり、軽運動群は 1.21 ± 0.22 であった。運動課題後のストレッチ群の解答数は 1.45 ± 0.23 であり、軽運動群は 1.35 ± 0.22 であった。運動課題前と運動課題後の両群の解答数を比較した結果、解答数の差に有意差は認められなかった。

表2：運動課題前後の計算課題遂行数の比較

	人数	pre2		post1		p
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	
ストレッチ群	29	38.59	7.13	43.45	6.90	p<0.01
軽運動群	30	54.23	9.80	60.70	9.89	p<0.001

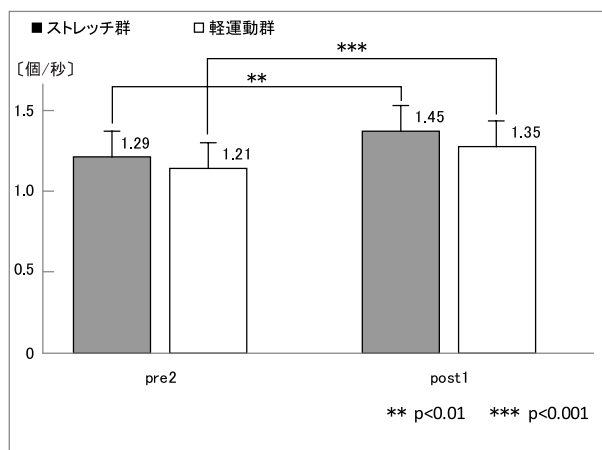


図2 一秒あたりに換算した運動課題前後の計算課題遂行数の比較

表3は、運動課題前後の気分の変化をストレッチ群と軽運動群で比較したものである。両群のpre1とpost2の変化は共通であり、安定度を除く3項目の気分尺度に有意な増加が認められた。また、運動課題実施前の4項目の気分には両群間で差は認められなかったが、運動課題実施後の軽運動群における活性度、快適度、覚醒度はストレッチ群と比較して有意に高い値を示した。

表3：運動課題前後の気分の変化

	人数	pre1		post2		
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	
活性度	ストレッチ群	29	-2.76	4.43	1.21	4.07 +++
	軽運動群	30	-4.35	3.13	4.45 ***	3.12 +++
安定度	ストレッチ群	29	3.38	3.37	4.52	3.65
	軽運動群	30	3.77	3.49	4.42	3.90
快適度	ストレッチ群	29	0.62	6.26	5.72	6.41 +++
	軽運動群	30	-0.55	4.74	9.35 ***	4.55 +++
覚醒度	ストレッチ群	29	-6.14	4.78	-2.83	4.24 ++
	軽運動群	30	-7.58	4.57	0.03 **	3.94 +++

+++p<0.001: pre1とpost2の有意差 *** p<0.001: ストレッチ群と軽運動群の有意差
 ++ p<0.01: pre1とpost2の有意差 ** p<0.01: ストレッチ群と軽運動群の有意差
 * p<0.05: ストレッチ群と軽運動群の有意差

表4は、スピアマンの順位相関係数検定の結果をストレッチ群と軽運動群で比較したものである。ストレッチ群では、15の相関関係が認められ、このうち「活性度と快適度」では相関関係が3項目、「安定度と快適度」では相関関係は4項目であった。相関係数が0.8以上を示した相関関係は、「運動課題前の活性度と運動課題前の快適度」、「運動課題後の活性度と運動課題後の快適度」、「運動課題後の安定度と運動課題後の快適度」であった。また、「運動課題前の安定度と運動課題前の覚醒度」には負の相関関係が認められた。

軽運動群では、10の相関関係が認められた。しかし、相関係数が0.8以上の関係は認められなかった。また、「運動課題前の活性度と運動課題後の安定度」、「運動課題前の安定度と運動課題前の覚醒度」「運動課題後の安定度と運動課題後の覚醒度」には負の相関関係が認められた。

運動課題の前後における各快適度と覚醒度には、両群とも相関関係が認められなかった。

表 4 運動課題前後の各気分の相関（スピアマンの順位相関係数検定）

			活性度		安定度		快適度		覚醒度		
			運動前	運動後	運動前	運動後	運動前	運動後	運動前	運動後	
ストレッチ群	活性度	運動前	相関係数	1.000	.460	.242	.138	.833	.358	.734	.349
		運動前	有意確率		*	ns	ns	***	ns	***	ns
		運動後	相関係数		1.000	.695	.515	.745	.816	-.032	.463
		運動後	有意確率			***	**	***	***	ns	*
	安定度	運動前	相関係数			1.000	.536	.696	.671	-.447	.150
		運動前	有意確率				**	***	***	*	ns
		運動後	相関係数				1.000	.419	.903	-.319	-.256
		運動後	有意確率					*	***	ns	ns
	快適度	運動前	相関係数					1.000	.658	.274	.347
		運動前	有意確率						***	ns	ns
		運動後	相関係数						1.000	-.179	.030
		運動後	有意確率							ns	ns
覚醒度	運動前	相関係数							1.000	.255	
	運動前	有意確率								ns	
	運動後	相関係数								1.000	
	運動後	有意確率									
軽運動群	活性度	運動前	相関係数	1.000	.028	-.079	-.473	.616	-.341	.543	.119
		運動前	有意確率		ns	ns	**	***	ns	**	ns
		運動後	相関係数		1.000	.267	.226	.304	.728	.041	.600
		運動後	有意確率			ns	ns	ns	***	ns	***
	安定度	運動前	相関係数			1.000	.372	.683	.321	-.623	-.217
		運動前	有意確率				*	***	ns	***	ns
		運動後	相関係数				1.000	.039	.769	-.346	-.455
		運動後	有意確率					ns	***	ns	*
	快適度	運動前	相関係数					1.000	.111	-.062	-.058
		運動前	有意確率						ns	ns	ns
		運動後	相関係数						1.000	-.179	.130
		運動後	有意確率							ns	ns
覚醒度	運動前	相関係数							1.000	.319	
	運動前	有意確率								ns	
	運動後	相関係数								1.000	
	運動後	有意確率									

* p<0.05 **p<0.01 *** p<0.001 ns 有意差なし : ストレッチ群と軽運動群の有意差

図 3 は、軽運動群における運動課題前後の気分の変化を VAS を用いて評価した結果である。運動課題後の平均値 6.65 ± 1.36 は運動課題前の 3.32 ± 1.42 と比較し約 200% の増加を示し、統計的な有意差が認められた。

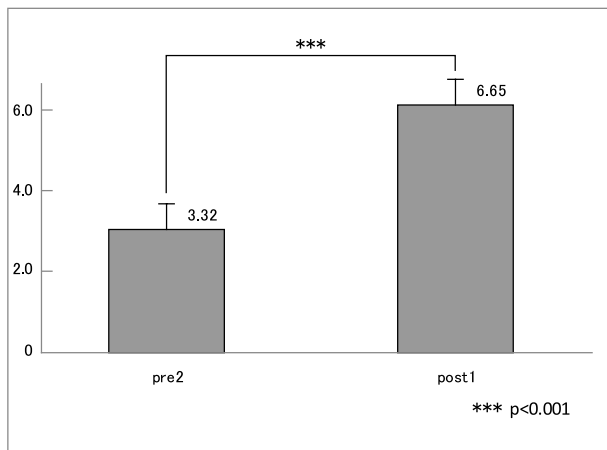


図 3 軽運動群における運動課題前後の VAS の比較

V. 考察

本研究は、精神的疲労を改善させる一過性の運動プログラムを開発することで、講義中に停滞する可能性がある学習意欲を喚起し、学習効率の向上に寄与することを目的としたプ

ロジェクト研究を構築するための萌芽的研究という立場から計画された。

近年の大学生にみられる講義中の学習態度の問題について、西森は³⁹⁾、日本の大学の 1、2 年生の授業では、欠席が多かったり私語で教室内がざわざわしていることや学生に意欲が見られず根気も忍耐力も不十分であることが、多くの観察者によって指摘されていることを示している。諸井ら⁴⁰⁾は、大学生活の中で醸成される無気力傾向と、次の発達段階への移行意欲不全を意味する職業未決定傾向との関連を検討する中で、無気力傾向尺度の主成分分析を行い、一般的な意気消沈状態（「日常的疲労感」、「自信の欠如」）、大学授業に関する態度（「授業に対する出席意欲の欠如」、「授業に対する集中力の欠如」）、大学外での状態（「勉強外での意欲」）、対人関係の状態（「対人関係動機づけの低下」、「相談相手の存在」）に加え将来の展望（「卒業後進路の明確さ」）の側面という 8 主成分を抽出している。これらの指摘は興味深く、我々はその背景に肉体的および精神的な疲労の影響がある可能性に着目した。そして、その解消策として講義の合間に一過性の運動を行わせることが講義中の気分の改善や精神的な疲労の軽減につながるという仮説を立てた。そこで本研究では、この検証のために単調で一方的な視聴するだけの講義を受けた直後の心理状態（気分）および計算課題の遂行数の変化に運動が及ぼす効果を検討した。

1. 運動が計算課題の遂行数に及ぼす効果

我々は、精神的疲労を間接的に捉えるための手段として、計算課題遂行に着目した。大森ら⁴¹⁾は、運動が計算課題遂行に及ぼす影響と脳機能計測法によるメカニズムを検討した論文の中で、身体運動が計算課題遂行に及ぼす影響を文献考証し、計算課題は作業記憶に分類され、長期記憶（計算方法）と短期記憶（目の前に提示された数字）の組み合わせだと説明している。この点から、精神的疲労の高まりはこの作業記憶に負の作用を及ぼすことが考えられる。本研究では、疲労の度合いを判定するためのコントロール測定を講義開始前に実施しなかったため、運動課題を行わせる直前の疲労度が果たしてどうであったのかまでは言及できない。しかし、計算課題の遂行数は、ストレッチ群と軽運動群で顕著な増加が認められ、計算課題を遂行する速さが高まった。Gutin and DiGennaroらは、被験者らに安静後とトレッドミル上で疲労困憊にいたるまでのランニング後にそれぞれ4分間の加算課題を行わせ、課題を遂行する速さと正確さを比較し、疲労は課題を遂行する正確さに有意なネガティブ効果を持ち、課題を遂行する速さには影響しなかったことを示している⁴²⁾。この点に関して、本研究では運動後の計算課題遂行数が増加したことから、疲労は計算課題のような作業記憶を遅滞させるが、ストレッチや軽運動はそれを改善する効果を有する可能性が認められたと言える。このような効果は、ストレッチや軽運動以外の運動でも認められ、主観的に「楽である」と感じるジョギングを行わせた前後の計算効率の変化を検討した研究では、安静に過ごすよりもジョギングを行った方が有意に計算効率が上昇することや、一過性の自転車こぎ運動の強度や時間などが運動前後に行った5分間の計算効率に影響することも示されている⁴³⁾。このような計算効率に運動が一定の効果を示す根拠としては、細胞レベルでの代謝に酸素とグルコースが必要であることから、脳の機能的な活動にそれらを運搬する血流を増加させる効果を有する運動が関連すると思われる。そのため、可能であれば座位姿勢のストレッチよりも全身運動を行って全身的な血流促進を図る方がさらに効果は高い可能性が考えられる。

しかし、前後左右に学友が着座し自由に身動きがとれない限られた空間である教室では、運動そのものが行えない場合も考えられる。渡辺ら⁵⁾は、疲労解消の予防戦略の一環として、疲労解消法についてのデータベース作成やアンケート調査を実施し、大阪府民1,219人から返却された疲労解消法として良く使われているものを列挙している。そこには、入浴、次いで、コーヒー、入浴剤の順になるが、効果が多く認識されているものは、アニマルセラピーや笑い、アロマセラピー、指圧であった。これらの疲労への対処法を教室で運用するためには大学の制度上の検討しなければならない問題があるために即実施することはできない。しかし、コーヒータイムを設けたり、疲労解消に有効と思われる食品やサプリメントなどの摂取も授業中の疲労解消に有効である可能性が高く、検討の余地がある。例えば、畠山⁴²⁾の研究によれば、被験者に

暗算、記憶、文字消去の3種類の課題を行わせる20分前に大豆ペプチド4gを摂取させたところ、通常、このような問題を解くなどのストレスを脳に与えることで増加している酸素化ヘモグロビン濃度の上昇が抑えられ、ストレス指標のコルチゾール濃度の減少が認められたことから、大豆ペプチドが脳機能を向上させ、疲労を軽減する効果をもつことを示していたことも学習効率の向上に寄与する可能性がある。また、ガムを20分間しっかりと噛み続けると、全血セロトニン濃度が有意に増加し、心理テストでは緊張・不安および抑鬱のネガティブな気分尺度が改善し、腹内側前頭前野に局限した脳血流の増加が認められた。したがって、咀嚼も気分を改善するための運動の範疇と捉えれば、有酸素系運動と同様な心理的効果とともに、セロトニン神経を活性化させてネガティブな気分の改善を引き起こす可能性がある⁴³⁾。

このように疲労を解消し、学習効率を向上させるための方法は運動だけに言及すべきではないと我々は考えている。伊藤ら¹⁵⁾は等張性運動後の回復に対するストレッチとアロマセラピーの効果を検討し、アロマオイルマッサージでは筋硬度および血中乳酸濃度を低下させ、ストレッチでは関節可動域を回復させる可能性を示唆したが、被験者らの主観的な疲労解消に寄与したのはアロマオイルマッサージであったことを示している。また、単調かつ疲労度が高く作業中に覚醒度を低下させる危険性がある電力施設等の監視業務者を対象とした廣瀬ら⁴⁴⁾の研究では、休憩後の睡眠慣性を速やかに除去し、後半の作業成績維持に効果的な覚醒度上昇方法を検討している。その結果、速やかな睡眠慣性の除去という点では「パソコン上で行うゲーム」、「ストレッチとラジオ体操」、「冷たいタオルと扇風機の風」という方法が有効であることを示唆している。また、休憩方法では、各睡眠変数や心理指標の分析結果から、閉眼して音楽を聴取するだけでなく、首筋と目元に沈静効果のある香りを塗布した温タオルを当てると気分改善効果が認められたなど、今後の検討課題として興味深い結果が報告されていた。

以上のように、授業中の学習効率を向上させるためには何も行わずに安静座位で過ごすことよりも何らかの刺激を心身に与えることが有効である。この点は、VDT作業後の休止方法の違いが中枢神経系と筋骨格系の疲労解消に及ぼす影響を検討した猪俣ら⁴⁵⁾の研究でも明らかである。すなわち、異なる休止方法の効果を60分間和文のデータ入力をした後に、座位で静かに過ごす静的作業休止、座位でストレッチを行う動的作業休止、歩行を行う動的作業休止の3方法について、筋硬度測定、フリッカーテスト、VASの評価を検討した結果、何も行わずに座位で過ごすよりも、ストレッチや歩行を行った方が疲労解消に有効であったことから、本研究の方向性は肯定できよう。

2. 運動が精神疲労（気分）の改善に及ぼす効果

運動は激しく行えば疲労を感じるため、ネガティブな印象

を抱き、適度な運動は気分をリフレッシュさせポジティブで心地よい爽快感をもたらすことを我々は経験的に認識している。

牛島ら⁴⁶⁾の研究によれば運動は種類を問わず気分を好転させる効果を有していると言える。彼らは、エアロビックダンス、水泳、ゴルフ、卓球、ニュースポーツ、ウォーキングの他に数種の有酸素系運動実施後の精神的影響について分析した結果を示し、いずれの運動種目も気分をポジティブに好転させる効果があったことを報告している。特に好転度合いが大きかったのは、エアロビックダンスとニュースポーツであり、ウォーキングは小さかった。しかし、これらの各種目間に有意差は認められなかったことから、ストレッチングに固執せずとも多くの運動種目から無作為に種目を選択したとしても気分を改善させる可能性が期待できる。

本研究では、二次元気分尺度による活性度、安定度、快適度、覚醒度、および軽運動群のみにVASの測定を行い、運動実施後に気分が改善するかどうかを検討した。その結果、二次元気分尺度の因子のうち、活性度、快適度、覚醒度は運動後に有意に増加した。活性度、快適度、覚醒度は、いわゆる注意・集中にかかわる自我機能⁴⁷⁻⁴⁸⁾と関連しており、他方、安定度は、論理的思考性や客観性にかかわる自我機能と関連していると推測される。計算課題には、先の2つの自我機能が求められるため、ストレッチングや軽運動によって計算課題の遂行に適した覚醒水準が得られたと考えられる。

同様な結果は、小口ら⁴⁹⁾の研究結果にもみられ、心療内科と精神科のデイケアまたはナイトケアプログラムで実施している「ストレッチ&リラクゼーションヨーガ」に10カ月以上継続参加している患者らを対象に行ったアンケート結果から、プログラムに継続参加することで、「落ち着く」「安らぐ」「安定感がある」「感謝の念」などの心理的な変化や、「体を動かすのは楽しい」「気持ちよい」「緊張がとれる」「柔軟になった」「肩こり・腰痛・冷えが消えた」などの具体的な効果が示されている。

このような心理的効果は、ストレッチング以外にも認められている。運動後の気分を運動前後のPOMSテストにより評価した竹中ら²⁸⁾の研究結果では、「緊張・不安」および「怒り」を下位尺度において運動後の得点が有意に低下したことを示している。しかし、これらの下位尺度の低下に見られる運動終了後の肯定的な感情は、体力や運動習慣の有無とは関係がないとも述べている。このように、種々の運動に共通する「緊張・不安」や「うつ」などのネガティブな気分尺度の有意な改善は、活性度や覚醒度をポジティブな状態とすることから、運動はいわゆる「元気が出る」ことに派生する効果を有する可能性があることを示唆している。

本研究における運動後の安定度に有意な増加が認められなかった点については、安定度を評価するための質問である「落ち着いた」「イライラした」「リラックスした」「ピリピリした」の4項目を精査し、さらに適切な質問項目に改善する必要性を認識した。しかし、安定度の結果に有意さが認め

られなかった点に関しては、そもそも被験者が課題遂行に適した精神的安定を有した状態であったことが推察され、今回のストレッチングや軽運動はその度合いを変化させない適切な運動レベルであったとも考えられる。また、安定度はそれ以外の因子との相関関係が認められており、特に快適度との相関関係の強さが認められた。さらに活性度、安定度、快適度、覚醒度の相関関係が認められた点に関しては、活性度と安定度の合算である快適度が運動の前後で有意に高まることにつながり、一過性の運動が学習効率の向上と関連する覚醒水準を高すぎず、低すぎず、適度な状態に導くためのフロー状態⁵⁰⁾のスイッチとなる可能性が示されたとも考えられる。

運動後の覚醒度は両群ともに有意に増加したが、ストレッチ群では -2.83 ± 4.24 、軽運動群は 0.03 ± 3.94 といずれも低値であった。活性度と安定度の差として示される本研究結果の覚醒度が意味することに関して現時点では言及できないため今後の検討課題としたい。また、ストレッチングの覚醒度は運動前と比較し負の値のままであった。この点は、スタティックストレッチングが副交感神経を優位にさせる効果を有していることの影響が考えられ⁵¹⁾、今後の運動種目を選択する上で熟考しなければならない検討課題を示唆しているかもしれない。齊藤ら⁵²⁾は、ストレッチングが大脳皮質活動、心臓自律神経系、中枢循環反応および筋末梢循環・代謝反応に及ぼす一過性の影響について検討し、約10分間のストレッチング後に計測した脳波の α 帯域パワーが増加したことを報告している。この結果は、心拍変動解析により心臓副交感神経系の働きが優位になることを示している。心拍数、伸展筋の酸素動態も著明に変化したことから、ストレッチングには、神経系の緊張や興奮を抑制し全身の循環を改善する一過性の効果が認められることも、ストレッチ群の覚醒度の低値と関連性があると考えられる。

しかし、学習効率を向上させるためには疲労解消のみに着目するのではなく、心理的に好ましい運動を明確にすることも今後の研究を遂行する上で重要である。そのための運動の実施時間や強度の検討は必要不可欠な課題である。大森ら⁴¹⁾は、運動が計算課題遂行に及ぼす影響に関する研究を総括している。その中で、一過性の運動と認知機能を運動時間と運動強度で分類した総括的研究がある。その結果から、10分以下の短時間運動は計算成績に影響せず、10分以上の運動後には計算成績が低下することを示している。他方、計算効率に及ぼす異なる運動時間の影響を検討した研究がある。その結果によれば、10分間のジョギングと30分間のジョギングでは30分間の方が疲労感が強く、計算効率も減少したことを示している。また、運動前後での計算効率の変化は運動継続時間と運動強度の両方の影響を受け、5分間の運動では10分間の運動より強い負荷強度が必要であるという指摘もしている。本研究結果においても、運動後に認められた活性度、快適度、覚醒度の有意な増加は、ストレッチ群よりも運動強度がやや高い運動を行った軽運動群で大きかったことの一つの説明かもしれない。しかし、山本ら¹³⁾は、軽運動に

よって作業能力の回復に有意な効果を得るためには運動強度を低くする必要性が高いと述べている。このことから、今後の研究によって気分の改善に対してより有効となる至適運動強度を継続的に検討することは重要である。

VI. 結語

1. まとめ

本研究は、精神的疲労を改善させる一過性の運動プログラムを開発することで、講義中に停滞する可能性がある学習意欲を喚起し、学習効率の向上に寄与することを目的としたプロジェクト研究を構築するための萌芽的研究として、講義中に行う一過性の運動が計算課題遂行数および気分（心理状態）に及ぼす効果を検討した。

学習効率をあげるためには、覚醒度の高い集中力の持続が重要であるといわれる⁷⁾。しかし、その注意力や覚醒度の低下を招く精神疲労のメカニズムについては未知の部分が多い。例えば、同じ課題を何度も繰り返す繰り返し学習は、新規課題の問題解決に関わる方略には重要であるが、一方で単調な繰り返しは避けたい精神疲労をもたらす、注意力の低下を招く。効率的な学習を維持するためには、いかに精神疲労を抑え、集中力を持続させるかが重要である⁷⁾。

このような観点から、本研究において明らかになったことは、一過性の運動が計算課題遂行数を増加させるとともに、気分の改善にも効果を示したことである。

大学の講義に限らず、知的作業を長時間行う場合には、何らかの理由によって学習効率や脳機能の働きが低下する可能性が憂慮される。そのような場合の心理状態はネガティブな負の状態であり、精神的疲労が高まった状態であると考えられる。一過性の運動の実施は、このような心理状態を改善する効果が期待できることが本研究結果から示唆された。

また、限られた閉鎖的空間である教室や事務所などにおいて行う運動の種類としては、小規模な実施が可能であるストレッチングや軽運動が推奨される。

2. 今後の展望

今回は萌芽的研究という立場だったとはいえ、運動を実施しないコントロール群の設置や講義開始の初期段階の気分や疲労状態（自覚症状調査票：日本産業衛生学会）の測定、計算課題の遂行に対するトレーニング効果の影響はないかなど、実験プロトコルの精査は肝要である。また、フィールド実験である本研究の実験環境では、運動種目は限られる。しかし、その運動の実施時間や強度に関しては大いに検討の余地が残った。この点を検討することが当面の課題となろう。

ただし、渡辺⁹⁾が述べているように、学習効率や知的活動の効率性を高めるためには、疲労の解消や予防戦略が重要である。これは個々の教員が取り組むよりも、全学的な戦略が重要である。このことは大学における授業運営という観点だけでなく、産官学連携の研究課題にも発展する可能性をもち

している。また、多岐にわたる疲労の原因の中でも、運動不足や体力低下などの改善は、我々、スポーツ医学やスポーツ心理学に通ずる保健体育教員にとって重要な視点である。このことは、体育以外の運動習慣が多いほど、疲労得点が高いことから明確である⁹⁾。運動習慣は抗疲労効果があると考えられるので、我々は運動習慣を定着させるための行動変容を促す努力や工夫を欠かしてはならないと考える。その意味においては、大学の経営戦略における保健体育教育は重要な位置づけにあることが望ましく、体力そのものを向上させることが、精神的・社会的健康やQOLの向上に発展する可能性があると考えられる。

大学における学習態度や学習効率の向上に資する検討は、運動による生理的効果だけでなく、運動特性をもたらす精神面・心理面への効果を生かした運動プログラムの開発や保健体育の授業を含むその他の授業科目の運営方法も同時に検討することが求められるであろう。

VII. 要約

本研究では、単調で一方向的な視聴するだけの講義を受けた直後の心理状態（気分）および計算課題の遂行数が、一過性の運動課題を実施した前後でどのように変化するかを検討するとともに、運動が精神疲労に及ぼす効果ならびに講義中の気分改善策として一過性の運動の導入が可能かどうかの検証を目的とした。

被験者はH大学法学部1学年の2クラス59名であり、一方をストレッチ群とし、他方を軽運動群とした。実験の手順は、単調で一方向的な解説のみを行う講義後、運動前後で計算課題と心理状態（気分）の測定を行った。運動課題は座位姿勢のスタティックストレッチングと軽運動であり、いずれも約5分間実施した。また、軽運動群ではVASも評価した。

その結果、計算課題遂行数と気分は両群とも運動後に有意に増加した。各気分因子をスピアマンの順位相関係数検定で分析した結果、ストレッチ群では15の相関関係が認められ、軽運動群では、10の相関関係が認められた。軽運動群のVASは運動後に約200%の増加（改善）を示した。

以上のことから、一過性の運動が計算課題遂行数を増加させるとともに、気分を改善させる効果が明らかになった。また、学習活動や知的作業中の学習効率や脳機能低下は、精神的疲労が高まった状態であると考えられることから、一過性の運動の実施は、このような心理状態を改善する効果を期待できることが示唆された。

引用文献

- 1) 井上正明 (1993) : 学生による授業評価の方法論的考察—大学の授業評価に関する実証的研究(8)—, 福岡教育大学紀要, 42, 277-291.
- 2) 豊田秀樹 (1999) : 学力崩壊PHP研究所
- 3) 水野邦夫 (1998) : 大学生の受講態度に及ぼす諸特性の影響について., 日本心理学会第62回発表論文集, 375.

- 4) 水野邦夫 (1999) : 大学生の受講態度に及ぼす諸特性の影響について(2) ., 日本心理学会第63回発表論文集, 1025.
- 5) 渡辺恭良 (2006) : 疲労の分子神経メカニズムと疲労克服., 万有生命科学振興国際交流財団若手研究者のための生命科学セミナー., 9, 80-84.
- 6) 井上和生 (2003) : 中枢性疲労の発生と脳内TGF- β ., 医学のあゆみ, 204(5), 319-324.
- 7) 渡辺恭良, 学習意欲機序研究グループ (2009) : 意欲と精神疲労の脳内葛藤の神経メカニズムの解明., 社会技術研究開発事業研究開発プロジェクト・非侵襲的脳機能計測を用いた意欲と脳内機序と学習効率に関するコホート研究, 理化学研究所分子イメージング科学研究センター研究開発実施報告書, 54-71.
- 8) 伊藤マモル, 朝比奈茂, 落合久夫, 中澤史, 鈴木良則 (2011) : 大学体育教育に対する学生の意識に関する研究., 法政大学教育研究, 2, 投稿中
- 9) 渡辺恭良, 学習意欲機序研究グループ (2009) : 学習意欲の脳内機序と学習効率の定量化., 社会技術研究開発事業研究開発プロジェクト・非侵襲的脳機能計測を用いた意欲と脳内機序と学習効率に関するコホート研究, 理化学研究所分子イメージング科学研究センター研究開発実施報告書, 10-49.
- 10) 後藤篤志, 下嶽進一郎 (2005) : ストレッチングと疲労回復., からだの科学, 245, 32-36.
- 11) 伊藤マモル (2005) : パートナーストレッチング., からだの科学, 245, 45-50.
- 12) 山本利春 (1990) : スポーツとストレッチング., 理学療法, 7(5), 351-361.
- 13) 山本正嘉, 山本利春 (1993) : 激運動後のストレッチング、スポーツマッサージ、軽運動、ホットパックが疲労回復におよぼす効果—作業能力および血中乳酸の回復を指標として—., 体力科学, 42, 82-92.
- 14) 坂上昇, 大倉三洋 (2001) : ストレッチングの筋疲労回復に関する研究., 高知リハビリテーション学院紀要, 2, 1-7.
- 15) 伊藤マモル, 安部美恵子, 日浦幹生, 山本利春, 鈴木良則 (2009) : 疲労に至る等張性運動後の回復に対するストレッチングとアロマセラピーの効果., 法政大学体育・スポーツ研究センター紀要, 27, 67-73.
- 16) 大森芙美子, 加賀谷淳子, 奥山静代, 村岡慈歩, 森曜生, 鈴木早紀子, 水村真由美 (2010) : 最大位までの多段階ストレッチングが筋の循環に与える影響., 脈管学, 50(4), 483-488.
- 17) 平川和文 (2000) : ストレッチングが筋エネルギー代謝に及ぼす影響., コーチングクリニック, 14(6), 10-13.
- 18) Kirwan,J.P., Costill,D.L., Flynn,M.G., Mitchell,J.B., Fink,W.J., Neuffer,P.D.and Houmard,J.A. (1988) : Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers., Med.Sci.Sports Exerc., 20, 255-259.
- 19) Sugano,A. and Nomura,T. (2000) : Influence of water exercise and land stretching on salivary cortisol concentrations and anxiety in chronic low back pain patients.J.Physiol.Anthrop., 9, 175-180.
- 20) 菅野篤子, 野村武男 (2000) : 一過性の水中運動と陸上運動の実施が疼痛、状態不安および唾液中コルチゾール濃度に及ぼす影響—慢性腰痛者を対象に—, 体力科学, 49, 581-588.
- 21) 秋本崇之, 赤間高雄, 杉浦弘一, 龍野美恵子, 香田泰子, 和久貴洋, 河野一郎 (1988) : 持久性ランニングによる口腔局所免疫機能の変動., 体力科学, 47, 53-62.
- 22) 相澤勝治, 中堀千香子, 秋本崇之, 木村文律, 林貢一郎, 神野一郎, 目崎登 (2004) : 女性サッカー選手における試合期間中の唾液中HDEAの変動., 体力科学, 53, 149-156.
- 23) Van Hork,J., Tuiten,A., Verbaten,R., van den Hout,M., Koppeschaar,H., Thijssen,J., de Hann,E. (1999) : Correlationns among salivary testosterone mood and selective attention to threat in hummans.Horm.Behav., 36, 17-24.
- 24) Petruzzello S. J., Landers D. M., Hatfield B. D., Kubitz K. A., Salazar W. (1991) : A mata-analysis on the anxiety-reducing effects of acute and chromic exercise., Outcomes and mechanisms. Sport Med, 11 (3), 143-182.
- 25) ラグリンJS (1999) : 身体活動の抗不安効果, ウィリアム・P・モーガン編, 竹中晃二・征矢英明監訳, 身体活動とメンタルヘルス, 大修館書店, 143-167.
- 26) Raglin J. S., Wilson M. (1996) : State anxiety following 20-min of bicycle ergometer exercise at selected intensities., Int J sports Med, 17 (6), 467-471.
- 27) Steptoe A., Cox S. (1988) : Acute effects of aerobic exercise on mood., Health Psychol, 7 (4), 329-340.
- 28) 竹中晃二, 上地広昭, 荒井弘和 (2002) : 一過性運動の心理学的反応に及ぼす特性不安および運動習慣形成の効果., 体育学研究, 47 (6), 579-592.
- 29) 岡戸信男 (2003) : セロトニンと慢性疲労症候群., 医学のあゆみ, 204(5), 330-333.
- 30) S.P.Bailey, J.M.Davis, E.N.Ahlborn (1993) : Serotonergic agonists and antagonists affect endurance performance in the rat.Int.J.Sports Med., 14, 330-333.
- 31) J.D.Fernstrom (1994) : Dietary amino acids and brain function., J.Am Diet.Assoc., 94, 71-77.
- 32) 佐野新一, 蒲真理子, 坂本正裕, 鈴木郁子, 有田秀穂 (2002) : 踏み台昇降運動によるセロトニン神経系の賦活., 北陸大学紀要, 26, 39-48.
- 33) 角田浩, 内海厚, 本郷道夫 (2007) : 健常成人における有酸素運動プログラムの気分改善効果., 心身医学,

- 47(5), 325-329.
- 34) Shinoda H. and Yoshida T. (1987) : Examination of arousal changes by physiological indexes during task performance., Tsukuba Psychol. Res., 9, 21-27.
- 35) 大森肇, 青木大輔, 中垣浩平, 窪田辰政, 下川哲徳, 小山泰文 (2008) : 長時間走運動による血中アンモニアの上昇が加算作業成績に及ぼす影響., 体育・スポーツ科学研究, 8, 29-40.
- 36) 伊藤マモル (2010) : デスクワークの凝りを即解消、オフィスで簡単30秒ストレッチ., 日経ヘルス, 152, 32-37.
- 37) 坂入洋右, 征矢英昭 (2003) : 新しい感性指標 - 運動時の気分測定 -. , 体育の科学, 53(11), 845-850.
- 38) 江波戸弘和 (2005) : 乗馬療法が肢体不自由児に与える影響に関する研究 - 新たな指標による乗馬療法の検討 -. , ヒトと動物の関係学会学術発表審査会報告.
- 39) 西森敏之 (1999) : 大学生の授業における態度と数学教師の対策 - 日本数学会のある調査より -. , 高等教育ジャーナル - 高等教育と生涯学習 -, 6, 1-31.
- 40) 諸井克英, 嶋田若菜, 田中康子, 清家奈々, 俣野由起子 (2009) : 女子大学生の職業未決定傾向 - 大学生活への意欲との関連 -. , 同志社女子大学生活科学, 43, 1-10.
- 41) 大森肇, 澤入正通, 窪田辰政, 村上繁 (2007) : 運動が計算課題遂行に及ぼす影響と脳機能計測法によるメカニズムの検討., 「海 - 自然と文化」東海大学紀要海洋学部, 5(2), 47-54.
- 42) 畠山英子 (2004) : 大豆の健康機能、「大豆ペプチド」摂取による脳と筋肉への健康効果その2 - 前頭部酸素化ヘモグロビン動態と唾液中コルチゾール値の変化 -. , 食の科学, 322, 19-20.
- 43) 有田秀穂 (2009) : リズム運動がセロトニン神経系を活性化させる., 日本医事新報社, 4453.
- 44) 廣瀬文子, 長坂彰彦 (2006) : 短時間休憩後の覚醒度上昇方法に関する実験的検討., 電力中央研究所社会経済研究所研究報告, Y05012, 32.
- 45) 猪股久美, 齋藤やよい (2008) : VDT作業における静的及び動的作業休止による疲労回復の比較, お茶の水看護学雑誌, 2(1), 23-31.
- 46) 牛島一成, 志村正子, 渡辺裕章, 山中隆夫 (1998) : 有酸素運動が体力および精神状態に及ぼす長期的影響と短期的影響., 心身医学, 38, 259-266.
- 47) 中澤史, 杉山佳生, 山崎将幸 (2010) : アスリーートの自我状態と心理社会的スキルに関する研究., 交流分析研究, 34 (2), 44-50.
- 48) 東京大学医学部診療内科編著 (1955) : 新版エゴグラム・パターン - TEG (東大エゴグラム) 第2版による性格分析 -. , 金子書房.
- 49) 小口江美子, 岡崎雅子 (2009) : 運動のメンタルヘルス効果の検討(その2) - 精神疾患患者の心身へのヨーガ影響について -. , 聖路加看護大学紀要, 35, 68-75.
- 50) 蓑内豊 (2008) : 覚醒と運動のパフォーマンス, 日本スポーツ心理学会 (編), スポーツ心理学辞典, 260-266.
- 51) 山口太一, 石井好二郎 (2007) : 運動前のストレッチングがパフォーマンスに及ぼす影響について - 近年のストレッチング研究の結果をもとに -. , 日本ストレッチング協会会報, 1-18.
- 52) 斉藤剛, 保野孝弘, 宮地元彦 (2001) : ストレッチングの生理学 大脳皮質・自律神経系活動および全身循環への影響., 運動療法と物理療法, 12, 2-9.