

2025 年度

理学療法学科卒業研究論文集



目次

1. 対人ライトタッチと重心動揺
2. 視覚依存の程度がVR酔いに及ぼす影響
3. 即時フィードバックとポイント付与が短時間課題の動機付けに与える影響
4. サルの四足歩行は本当に支持基底面が狭いのか？
5. 運動習慣が及ぼす脱水症状予測精度への影響について

1. 対人ライトタッチと重心動揺

対人ライトタッチと重心動揺

221133 佐藤杏菜 221134 佐藤里央菜

指導教員：岡崎 大資

要旨：【背景】他者による軽い身体接触であるライトタッチは、姿勢制御における体性感覚入力を補助し、重心動揺を抑制する効果があると報告されている。しかし、接触者との関係性が姿勢安定性に及ぼす影響については、十分に検討されていない。【目的】本研究は、他者による骨盤部へのライトタッチが静止立位時の姿勢安定性に及ぼす影響を検討し、さらに接触者の関係性（親しい友人と初対面者）による違いを明らかにすることを目的とした。【方法】対象は健常若年女性 12 名とした。測定条件は、①非接触条件、②親しい友人による骨盤ライトタッチ条件、③初対面者による骨盤ライトタッチ条件の 3 条件とした。各条件において開眼で 30 秒間の静止立位を保持し、重心動揺計を用いて総軌跡長、矩形面積、実効値面積を測定した。統計解析には Friedman 検定を用い、有意水準は 5%とした。【結果】総軌跡長、矩形面積、実効値面積のいずれにおいても、3 条件間で有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)。平均値の傾向としては、親しい友人によるライトタッチ条件でやや小さい値を示す被験者がみられた。【結論】親しい友人および初対面者による骨盤部へのライトタッチは、短時間の静止立位における姿勢安定性に有意な影響を与えなかった。今後は、接触部位や測定時間、心理的要因を考慮した検討が必要である。

キーワード：ライトタッチ、重心動揺、関係性

I. はじめに

ヒトの姿勢制御は、視覚、前庭覚、体性感覚といった複数の感覚情報を統合することによって維持されている。これらの感覚のいずれかが低下した場合でも、他の感覚入力によって補償されることで姿勢の安定が保たれている。近年、他者によるごく軽い身体接触である「ライトタッチ」が、体性感覚入力を補助し、姿勢安定性を向上させる可能性があることが報告されている^{1) 2)}。

ライトタッチとは、約 1N 以下の非常に弱い力で身体に触れる接触様式であり、機械的な支持を与えるものではなく、触覚的な手がかりとして姿勢制御に作用するとされている。これまでの先行研究では、指先や肩部など感覚受容器が豊富な部位へのライトタッチによって、静止立位時の重心動揺が減少することが示されている¹⁾。

一方で、他者から触れられるという行為には、感覚的側面に加えて心理的側面も大きく関与している³⁾。特に、接触者との関係性は安心感や緊張感といった心理状態に影響を及ぼし、それが姿勢制御に反映される可能性がある。信頼関係のある人物からの接触は安心感をもたらす一方で、初対面者による接触は警戒心や緊張を誘発し、姿勢の安定性に影響を及ぼす可能性が考えられる。しかし、接触者の関係性の違いがライトタッチの効果にどのように影響するかについては、十分に検討されていない。

臨床現場では、理学療法士が患者の身体に触れながら姿勢保持や動作介助を行う場面が多く、対人接触は治療の一部として日常的に用いられている。そのため、接触者との関係性が姿勢制御に与える影響を明らかにすることは、安全で効果的な介助方法を検討する上で重要である。本研究では、他者による骨盤部へのライトタッチが静止立位時の姿勢安定性に及ぼす影響を検討するとともに、接触者の関係性（親しい友人と初対面者）の違いによる影響を明らかにすることを目的とした。

II. 対象および方法

対象は健常若年女性 12 名とした。対象者はいずれも神経疾患、整形外科疾患、平衡機能障害の既往を有さず、本研究の趣旨について十分な説明を行い、同意を得た上で測定を実施した。測定は静かな室内環境で行い、外的刺激による影響を最小限に抑えた。

測定条件は以下の 3 条件とした。①非接触で直立姿勢を保持する条件（直立条件）、②親しい友人による骨盤部へのライトタッチ条件（親友条件）、③初対面者による骨盤部へのライトタッチ条件（初対面者条件）である。ライトタッチは、姿勢を支持したり誘導したりしないよう十分注意し、ごく軽く触れる程度の接触とした。

各条件において、被験者は開眼にて 30 秒間の静止立位を保持した。姿勢動揺の測定には、重心動揺計（アニマ社製グラビコーダ GP7）を用いた。測定項目は、重心動揺の大きさおよび姿勢安定性を反映する指標として、総軌跡長、矩形面積、実効値面積を抽出した。統計解析には Friedman 検定を用い、有意水準は 5% とした。



図 1：直立条件



図 2：親友条件



図 3：初対面者条件

III. 結果

各測定指標について3条件間で比較を行った結果、総軌跡長、矩形面積、実効値面積のいずれにおいても、統計的に有意な差は認められなかった ($p > 0.05$)。すなわち、骨盤部へのライトタッチは、接触者の関係性にかかわらず、短時間の静止立位における姿勢安定性に明確な影響を及ぼさなかった。

一方、平均値の傾向をみると、親しい友人によるライトタッチ条件において、総軌跡長や面積指標がわずかに小さい値を示す被験者が認められた。しかし、この傾向は全被験者に共通するものではなく、個人差が大きかった。

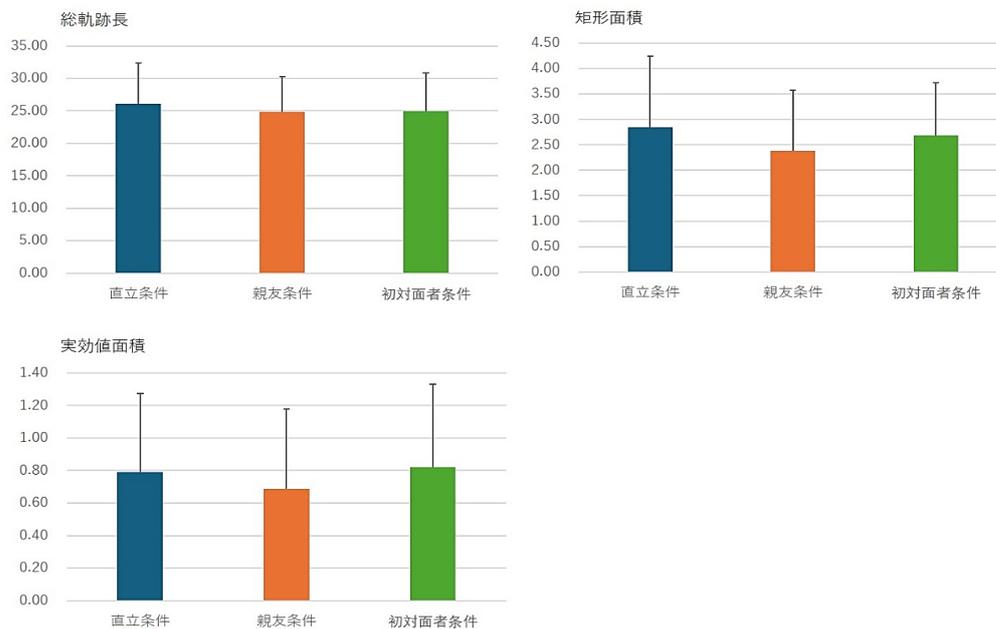


図4：重心動揺計による各測定指標

IV. 考察

本研究の結果より、骨盤部へのライトタッチは、静止立位時の姿勢安定性に対して有意な効果を示さなかった。先行研究で報告されているライトタッチの姿勢安定化効果は¹⁾、主に指先や上肢など、感覚受容器が豊富な部位への接触による体性感覚入力の増加に起因すると考えられている。そのため、骨盤部のように感覚入力が比較的乏しい部位では、十分な効果が得られなかった可能性がある²⁾。

また、本研究では立位保持時間を30秒としたが、短時間の課題では接触者との関係性に伴う心理的影響が姿勢制御に反映されにくかった可能性が考えられる。さらに、接触に対する主観的な安心感や緊張感には個人差が大きく、これらを定量的に評価できなかった点は本研究の限界である。

一方で、平均値の傾向として、親しい友人によるライトタッチ条件で姿勢動揺が小さくなる被験者がみられたことは、対人関係が姿勢制御に一定の影響を与える可能性を示唆している。今後は、心理尺度や心拍変動などの生理指標を併用することで、対人接触が姿勢制御に及ぼす心理生理学的メカニズムをより詳細に検討する必要がある。

V. 結論

本研究では、親しい友人および初対面者による骨盤部へのライトタッチが、短時間の静止立位における姿勢安定性に及ぼす影響を検討した。その結果、いずれの条件においても重心動揺指標に有意な差は認められなかった。今後は、接触部位や測定時間の変更、対象者数の拡大に加え、心理的要因を考慮した研究デザインを導入することで、対人ライトタッチの臨床的意義をさらに明らかにしていく必要がある。

謝辞

本研究への貴重なご助言ならびにご協力を賜りました群馬パース大学 理学療法学科の岡崎大資先生に深くお礼申し上げます。ならびに本研究の被験者として協力いただいた学生に心から感謝を申し上げます。

引用文献

- 1) Jeka JJ, Easton RD, Bentzen BR: Haptic cues for orientation and postural control in sighted and blind individuals. *Perception & Psychophysics*, 1996, 58(3); 409-423.
- 2) 石垣智也: 接触操作を用いた姿勢制御アプローチ. *理学療法ジャーナル*, 2023, 57(3); 298-305.
- 3) Field T: Touch for socioemotional and physical well-being A review. *Developmental Review*, 2010, 30(4); 367-383.

2. 視覚依存の程度が VR 酔いに及ぼす影響

視覚依存の程度が VR 酔いに及ぼす影響

三瓶涼太

指導教員 加茂智彦

要旨：

【目的】

近年、VR コンテンツが普及している中で、VR 体験時の酔いの発生の低減が重要視されている。そこで、視覚依存の程度が大きい人ほど VR 酔いが起こりやすいという仮説を設定した。従って、本研究では視覚依存の程度が大きいひとがより VR 酔いに影響を受けやすいかを検証することを目的とした。

【対象・方法】

対象は健常な大学生（20 名）を対象とした。視覚依存度は静的 subjective visual vertical (sSVV) と動的 SVV (dSVV) の差によって測定した (dSVV-sSVV)。この差を視覚依存度とした。参加者には、Epic Roller Coasters のシューティングモードを 5 コース（15 分程度）行ってもらい、その前後に SSQ(The Simulator Sickness Questionnaire)を実施した。統計学的分析は VD と SSQ-N、SSQ-O、SSQ-D の関係を Pearson の積率相関係数を用いて解析を行った。有意水準は $p < 0.05$ とした。

【結果】

視覚依存度と吐き気・視覚疲労・方向感覚の乱れのいずれにおいても有意な正の相関が認められ、視覚依存の程度が大きい者ほど VR 酔いが強く生じる傾向が示された。

【結論】

本研究の結果より、視覚依存の程度が大きいと VR 酔いが強くなりやすいことが明らかになった。したがって視覚依存の程度を減少させることで感覚間の情報の不一致を軽減させ、VR 酔いの程度を軽くすることができる可能性が示唆される。これより、VR 酔いを軽減させるために視覚依存を低減する方法について考えていく必要性が高いと考える。

Key word：自覚的視性垂直位 (subjective visual vertical : SVV) ・視覚依存度 (visual dependency) ・VR 酔い

I. はじめに

近年、Virtual Reality（以下、VR）技術は急速に発展し、娯楽分野にとどまらず医療・リハビリテーション分野においても活用が拡大している。理学療法領域では、VRを用いたバランストレーニングや運動学習支援などが報告され、治療効果や動機づけの向上が期待されている。一方で、VR体験中に生じる吐き気、視覚疲労、ふらつきなどのVR酔い（cybersickness, VIMS）は、体験継続を妨げる要因として問題視されている。

VR酔いの主な発生機序としては、視覚情報と前庭感覚・体性感覚との不一致に基づく感覚不一致理論（sensory conflict theory）が提唱されている。感覚統合の特性には個人差が存在し、姿勢制御や空間認知において視覚情報への依存度が高い状態は「視覚依存」と呼ばれる。視覚依存が高い場合、視覚刺激の変化により他感覚との統合が破綻しやすく、VR酔いが増強される可能性がある。

視覚依存度の評価には主観的視性垂直位（Subjective Visual Vertical：SVV）が用いられ、とくに動的SVVは視覚刺激下での垂直知覚を反映する指標として有用である。近年ではVR環境を用いたSVV測定の妥当性や再現性が報告されているが、視覚依存の程度とVR酔いとの関連性を直接検討した研究は十分ではない。そこで本研究では、健常大学生を対象に、視覚依存の程度がVR酔いに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II. 方法

対象は研究目的・方法などの十分な説明後、同意を得た上で参加した健常成人男女20名（平均年齢20.5歳）とした。

実験は、視覚依存度とVR酔いの測定を行った。視覚依存度の測定では、SVV検査を利用した。スマートフォンのアプリケーションであるSVVアプリとVRゴーグルを使用し、測定肢位は椅子座位で行った。スマートフォンの画面と外部モニターをミラーリングすることで外部から測定状況がわかるように設定し、静的および動的SVVを測定した。付属のリモコンを測定者が操作し、左右に傾いた直線を垂直にするように指示した。SVVの測定は静止背景（以下、静的SVV）（図1）と視運動刺激背景（以下、動的SVV）（図2）の2条件で測定を行なった。なお、視運動刺激背景は、背景のドットが時計方向に毎秒20°の角速度で回転するように設定した。SVVは各条件を10回ずつ計測し、その値の平均値の絶対値を代表値とした。

VR酔いの測定では、被験者には市販のVRヘッドセットであるMeta Quest2を装着し、VRアプリケーション「Epic Roller Coasters」のシューティングモードを5コース、約15分間実施した。VR体験の前後でSSQ（The Simulator Sickness Questionnaire）（図3）というVR酔い質問紙への回答を求めた。SSQの目的としては、VR・シミュレーター・乗り物などによる酔い・めまい・不快感の程度を評価である。具体的には、酔いの症状を16項目に分類し、それらの症状について0（なし）～3（強い）の4段階で自己評価を行うものである。症状はNausea（吐き気）、Oculomotor（視覚疲労）、Disorientation（方向感覚）の3群に分類し、各群の合計に重みをかけて結果を算出した。

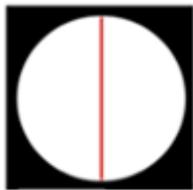


図1 静的SVV

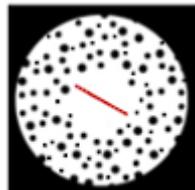


図2 動的SVV

SSQの症状	症状の強さ				点数
	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
全般的に気分が悪い	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
疲労感がある	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
頭痛がする	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
目の疲れを感じる	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
目の焦点が合わせにくい	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
唾液が良く出る	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
冷汗が出る	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
吐き気がする	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
注意集中が困難である	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
頭重感がある	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
視界がぼやける	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
開眼で身体がふらつく	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
閉眼で身体がふらつく	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
回転性のめまいがする	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
胃重感がある	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	
ゲップが出る	0:まったくない	1:少しある	2:中等度にある	3:大いにある	

図3 SSQ (The Simulator Sickness Questionnaire) ←

<統計学的分析>

統計解析にあたり、2つの量的変数間の相関関係を明らかにするために、視覚依存度（動的SVV-静的SVV）とVR酔いの指標において Pearson の積率相関係数を用いた。有意確率は $p < 0.05$ とした。

III. 結果

被験者情報を表 1 に示す。表 2 に実施前後での SSQ の平均値と標準偏差、実施前後の差を示す。表 3 に実施前後の VR 酔いの項目との関連を示す。静的 SVV は $-0.5 \pm 2.1^\circ$ 、動的 SVV は $-4.3 \pm 3.3^\circ$ であった。相関分析の結果、視覚依存度と SSQ-N との間に有意な正の相関 ($r=0.769$, $p<0.01$)、視覚依存度と SSQ-O との間に有意な正の相関 ($r=0.737$, $p<0.05$)、視覚依存度と SSQ-D との間に有意な正の相関 ($r=0.776$, $p<0.01$) が認められた。また、視覚依存度と総合 SSQ スコアとの間にも強い正の相関 ($r=0.805$, $p<0.01$) が認められた。

表 1 被験者情報 (n=20)

項目	値
年齢, 歳	20.6 ± 0.6
静的 SVV, °	1.3 ± 1.0
動的 SVV, °	4.9 ± 2.7
視覚依存度, °	4.3 ± 2.6

平均値 \pm SD で示す。

SVV: Subjective Visual Vertical

表 2 実施前後での SSQ の平均値と標準偏差、実施前後の差

項目	実施前	実施後	差
SSQ_N, 点	4.8 ± 8.5	32.4 ± 32.5	27.7 ± 31.7
SSQ_O, 点	10.6 ± 15.6	32.6 ± 30.7	22.0 ± 27.7
SSQ_D, 点	8.4 ± 20.9	48.0 ± 47.7	28.3 ± 31.3
SSQ_合計, 点	8.0 ± 9.7	36.7 ± 30.4	19.6 ± 30.4

平均値 \pm SD で示す。

SSQ (The Simulator Sickness Questionnaire)

N: 吐き気

O: 視覚疲労

D: 方向感覚

表 3 実施前後の VR 酔いの項目との関連

項目	視覚依存度との相関係数 (r)	p -value
SSQ_N_後-前	0.56	0.000
SSQ_O_後-前	0.47	0.022
SSQ_D_後-前	0.51	0.019
SSQ_合計_後-前	0.60	0.010

IV. 考察

本研究では、視覚依存の程度が VR 酔いに及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、SVV を用いた視覚依存度と VR 酔いとの関連について検討した。その結果、視覚依存度と SSQ の各下位尺度および総合スコアとの間に有意な正の相関が認められ、視覚依存の程度が大きい者ほど VR 酔いが強く生じることが示された。

VR 酔いの発生機序については、視覚情報と前庭感覚、体性感覚との感覚不一致が

主要因であるとする感覚不一致理論が広く支持されている¹⁾。VR 環境では、視覚的には大きな移動や回転が知覚される一方で、前庭感覚や体性感覚からは実際の運動に対応した情報が得られない。このような感覚情報の乖離が自律神経系の乱れを引き起こし、吐き気や不快感といった症状につながると考えられている。視覚依存が高い者では、姿勢制御や空間認知において視覚情報への依存度が高く、他感覚からの情報を相対的に利用しにくい特性を有するとされている。そのため、VR 環境下で提示される強い視覚刺激の影響を過度に受けやすく、前庭感覚や体性感覚との統合が破綻しやすい状態に陥る可能性がある。本研究において視覚依存度と VR 酔いとの間に正の相関が認められたことは、このような感覚統合特性の違いが VR 酔いの個人差に関与していることを示唆する結果である。

先行研究においても、動的 SVV や Rod-and-Frame Test などを用いた研究から、視覚依存が高い者ほど動揺病や映像酔いを生じやすいことが報告されている²⁾³⁾。また、近年では VR 技術を用いた SVV 測定の信頼性や再現性が示されており、SVV は視覚依存を評価する指標として有用であると考えられている。本研究結果は、これらの先行研究を支持するとともに、VR 環境下における視覚依存度と VR 酔いとの関連を示した点に意義がある。

さらに、本研究の知見は、VR を用いたリハビリテーションの臨床応用においても重要な示唆を与える。VR を用いた訓練は没入感が高く、運動学習や動機づけの向上が期待される一方で、VR 酔いが生じることで訓練の継続が困難となる場合がある。事前に視覚依存の程度を評価することで、VR 酔いが生じやすい対象者を把握し、VR 刺激の強度調整や休憩の導入、段階的な VR 導入などの個別対応が可能になると考えられる。

一方で、本研究にはいくつかの限界が存在する。第一に、対象が健常大学生に限定されている点である。高齢者や神経疾患患者では感覚統合特性が異なる可能性があり、本研究結果をそのまま一般化することは困難である。第二に、サンプルサイズが比較的小さい点が挙げられる。今後は対象者数を増やし、統計学的検出力を高めた検討が必要である。第三に、使用した VR コンテンツが 1 種類である点である。VR 酔いはコンテンツの視点移動や速度、視野角などの影響を受けることが報告されており⁴⁾、異なる VR 条件下での検証が求められる。今後の課題としては、臨床対象者を含めた研究や、視覚依存を低減させる介入と VR 酔いの変化を縦断的に検討することが挙げられる。視覚依存に着目した評価と介入を組み合わせることで、VR をより安全かつ効果的にリハビリテーションへ応用できる可能性がある。

V. 結論

健常大学生において、視覚依存の程度が大きい者ほど VR 酔いが強く生じる可能性が示された。VR を理学療法領域で安全かつ効果的に活用するためには、視覚依存特性を考慮した評価および個別対応が重要であると考えられる。

利益相反

本研究に関連して、開示すべき利益相反関係にある企業等はない。

謝辞

本研究への貴重なご助言ならびに、ご協力賜りました群馬パース大学理学療法学科

の諸先生方に深くお礼申し上げます。ならびに、本研究の被験者としてご協力いただいた学生に心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 氏家弘裕, 渡邊洋: 映像酔いと立体映像. 視覚の科学, 2013, 34 : 60–64.
- 2) Molefi E, McLoughlin I, Palaniappan R. On the potential of transauricular electrical stimulation to reduce visually induced motion sickness. *Scientific Reports*. 2023;13:3272.
- 3) Hu S, Stern RM, Koch KL. Electrical acustimulation relieves vection-induced motion sickness. *Gastroenterology*. 1992;102:1854–1858.
- 4) Kaufeld M, De Coninck K, Schmidt J, Hecht H. Chewing gum reduces visually induced motion sickness. *Experimental Brain Research*. 2021.
- 5) Author et al. Subjective visual vertical testing using virtual reality systems and cybersickness. *Journal of Vestibular Research*. 2024.
- 6) Author et al. Test–retest reliability of dynamic subjective visual vertical and visual dependency using virtual reality. *Gait & Posture*. 2024.

3. 即時フィードバックとポイント付与が短時間課題の動機付けに与える影響

即時フィードバックとポイント付与が短時間課題の 動機付けに与える影響

221149 長鈴那 221166 丸茂詩歩 221172 米林紗英
指導教員 岡崎大資

要旨

【目的】本研究では、即時フィードバックおよびポイント付与という外的強化刺激が、短時間課題における主観的動機づけおよび課題成績に与える影響を検討することを目的とした。

【対象および方法】対象は本研究の趣旨を説明し同意を得た大学生とし、加減算課題を実施した。課題は1問10秒以内で回答する形式とし、即時フィードバックのみを提示する群（F群）と、フィードバックに加えてポイントを提示する群（FP群）に分け、NRS、正答数、回答潜時を評価した。統計学的分析にはt検定およびマン・ホイットニー検定を用いた。

【結果】NRS、正答数、潜時のいずれにおいても両群間に有意差は認められなかった。

【結語】短時間課題においては、ポイント付与などの外的強化刺激が動機づけや課題成績へ直結しにくい可能性が示唆された。

Key word : 動機づけ 外的強化 即時フィードバック ポイント付与

I. はじめに

やる気を個人の内から湧き出る認知過程として捉えるのではなく、周囲の環境調整によって個人の行動が増加したことをもって「やる気が高まった」^{1) 2)}と捉える立場に立つと、行動に後続して随伴する環境をいかに整えるかが重要となる。一般的に、学習や課題遂行の場面において、即時的なフィードバックやポイント付与などの報酬等の強化刺激の提示は標的行動の生起頻度を高め、成績向上や動機づけの向上につながると考えられている^{3) 4)}。

しかし、実際の教育場面や臨床場面において、「どのようにすれば人のやる気を引き出せるのか」という問題は必ずしも明確に解決されておらず、特に短時間で終了する課題場面において即時的な強化刺激がどの程度有効に作用するのかについては十分に検討されていない。こうした疑問を背景として、本研究では大学生を対象とし、課題後の即時フィードバックおよびポイント付与が短時間課題における正確性および動機づけに与える影響を検討することを目的とした。

II. 対象および方法

対象者は本研究の趣旨を説明し参加の同意を得た健常大学生 20 名とした。倫理的配慮として、本研究の目的、研究参加の自由および途中辞退の自由、プライバシー保護の徹底について事前に十分に説明し、同意を得た上で実施した。また、本研究は所属大学の卒業研究倫理審査の承認を得て実施した。

課題は繰り上がり・繰り下がりを含む加減算課題 30 問とし、1 問あたり 10 秒以内で回答するよう指示した。各問題の回答直後に正誤をブザー音にて提示し、即時フィードバックを与えた。対象者はランダムに 2 群に割り付け、即時フィードバックとポイント提示を併用した FP 群と、即時フィードバックのみの F 群を設定した。さらに、FP 群に対しては課題開始前に他者の達成状況を視覚的に提示した (図 1)。

FP 群では正答時に「+10 ポイント」「+20 ポイント」などの獲得ポイントを口頭で累積提示した。評価項目は、課題中の正答数および回答潜時 (反応時間)、課題後の主観的動機づけ (Numerical Rating Scale: 0~10 点) とした。統計学的分析として、正答数および回答潜時には独立 t 検定を用い、NRS にはマン・ホイットニーの U 検定を用いた。有意水準は 5%とした。

実施にあたっては、回答中に次の問題が視認できないように配慮し、課題環境の統制を行った (図 2)。

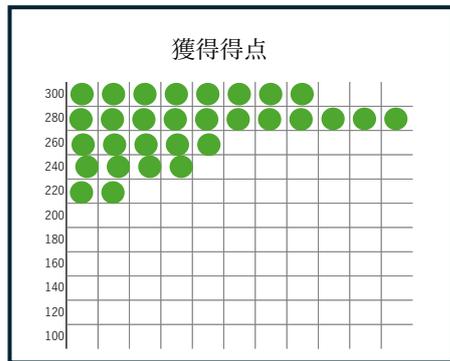


図1：FP 群への提示した他者の達成状況のイメージ

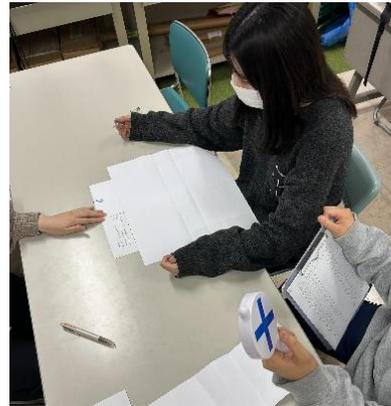


図2：加減算課題実施場面

Ⅲ. 結果

正答数 (図 3)、回答潜時 (図 4)、NRS (図 5) のいずれにおいても群間に有意な差は認められず ($p > 0.05$)、ポイント付与による即時強化は、短時間の課題遂行における動機づけや課題パフォーマンスを有意に高める効果を示さなかった。

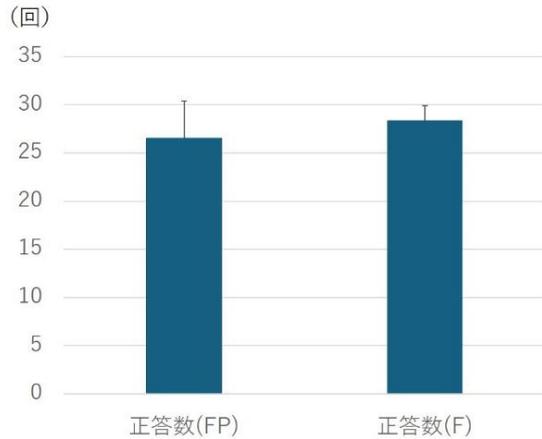


図3：各群の正答数

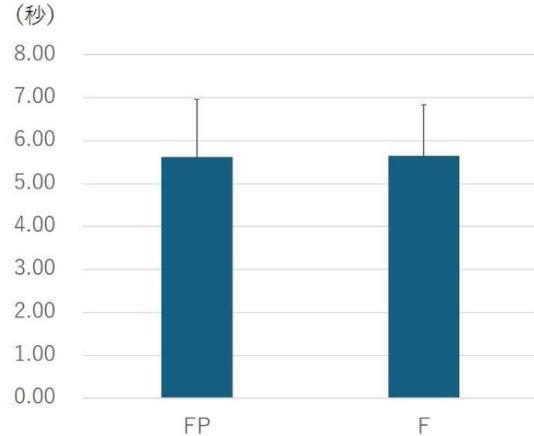


図4：各群の回答潜時

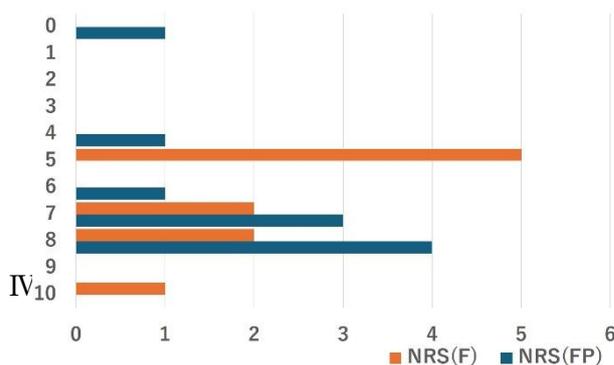


図5：各対象者の NRS

本研究で設定した課題条件および強化刺激の提示方法において、ポイント付与が即時的な動機づけや課題成績の向上に十分な影響を及ぼさなかった可能性を示している。

まず、本研究の課題の特性が結果に影響した可能性が考えられる。本研究では、繰り上がり・繰り下がりを含む 30 問の加減算課題に対し、1 問 10 秒以内で回答するという比較的短時間かつ一定の緊張感を伴う課題が設定された。このような課題では、参加者は「正確に解くこと」と「時間内に回答すること」に注意を大きく割く必要があり、その時点で一定の課題遂行意欲が喚起されていた可能性がある。そのため、すでに課題実行に十分な動機づけが確保されている状況では、追加的な外的報酬としてのポイント提示による上乗せ効果が表れにくく、結果として正答数や潜時に差が生じなかったと考えられる。

次に、本研究で用いたポイント提示の性質が影響した可能性がある。本研究では、FP 群に対して正答のたびに「+10」「+20」のように累積的にポイントを提示したが、このポイントは対象者にとって単なる情報提示に留まり、具体的な報酬や達成結果に結びつかなかった可能性がある。そのため、参加者にとってポイントそのものの価値が十分に機能せず、行動を変容させるような強化刺激として機能しなかった可能性がある。このことは、主観的動機づけ指標（NRS）においても有意差が認められなかった結果とも一致する。

さらに、他者達成状況の提示が期待したほど競争意識や達成動機を高めなかった可能性も挙げられる。本研究では課題開始前に他者の達成状況を視覚的に提示したが、その提示は単なる事前情報に留まり、課題遂行中に継続的に更新される形式ではなかった。そのため、競争状況がリアルタイムに意識されにくく、行動調整に結びつかなかった可能性が考えられる。

また、研究実施環境の影響も考慮する必要がある。本研究の対象者は研究者と同一の大学に所属する学生であり、課題は研究協力として実施された。このような状況では、外的報酬よりも「研究協力として課題を遂行する」という内的・社会的動機が優先され、ポイント提示による追加的な動機づけ効果が相対的に小さくなった可能性がある。

以上のことから、本研究の方法で設定した条件下では、即時フィードバックにポイント付与を加えても、主観的動機づけ、課題成績、および反応時間のいずれにおいても顕著な影響を与えるには至らなかった可能性が示唆される。

今後の改善点としては、回答可能時間をより長くして緊張状態や課題遂行意欲が喚起されにくい状況をつくり、強化刺激の機能・提示方法を検討し、報酬期待の形成過程を考慮することが求められる。

V. 結論

本研究では、短時間で実施される加減算課題において、即時フィードバックにポイント付与しても、課題成績および主観的動機づけの向上は認められなかった。短時間課題では外的強化刺激が行動に反映されにくい可能性が示唆され、今後は報酬価値の明確化や課題時間の延長など、強化刺激が機能する条件を検討する必要がある。

本研究への貴重なご助言ならびにご協力を賜りました群馬パース大学理学療法学科の諸先生方に深くお礼を申し上げます。ならびに、本研究の被験者として、協力いただいた学生に心から感謝を申し上げます。

VII. 引用文献

- 1) 山本淳一：リハビリテーション「意欲」を高める応用行動分析 ―理学療法での活用―. 理学療法学, 2014, 41(8): 492-498.
- 2) 辻下守弘：モチベーションを高める行動分析的アプローチについて. 理学療法兵庫, 2009, 15; 18-24.
- 3) 野田航：応用行動分析学と学習指導. 教育心理学年報, 2018, 57: 179-191.
- 4) 長谷川芳典：行動が学習される仕組み. 河合伊六（監修）, リハビリテーションのための行動分析学入門. 医歯薬出版, 東京, 2006, pp13-26.

4. サルの四足歩行は本当に支持基底面が狭いのか？

サルの四足歩行は本当に支持基底面が狭いのか？

原田彪雅

指導教員 岡崎大資

要旨：【背景】多くの哺乳類は後足の着地後に同側前足が着地する lateral-sequence (LS) 歩様を用いるのに対し、霊長類では後足の着地後に対側前足が着地する diagonal-sequence (DS) 歩様が見られる。DS 歩様では三肢支持期における支持基底面が狭くなると考えられており、LS 歩様と比較して安定性に欠けると指摘されてきた。しかし、DS 歩様における支持基底面を実測し、他の哺乳類と比較した研究は行われていない。そこで本研究では、霊長類と非霊長類の支持基底面面積を比較し、DS 歩様が不安定な歩様であるかを検証した。

【対象と方法】ニホンザル 2 頭、イヌ 1 頭、ネコ 2 頭を対象とした。圧力分布測定システム HUGE-MAT (NITTA Corp.) を用い、3~4 m の歩行路上を四足歩行させた。四肢が接触した全点を囲む最小多角形の面積を支持基底面と定義し、体重 (g) の 2/3 乗根で標準化した。標準化した支持基底面面積について、Kruskal-Wallis 検定により種間比較を行い、多重比較には Bonferroni 補正を用いた。

【結果】サルの支持基底面面積は、ネコおよびイヌと比較して有意に大きかった (いずれも $p < 0.001$)。ネコとイヌの間には有意差は認められなかった。なお、サルは DS 歩様、イヌおよびネコは LS 歩様を示していた。

【考察】本研究の結果から、支持基底面においては、DS 歩様が必ずしも不安定な歩様であるとは言えない可能性が示唆された。サルは DS 歩様中に体幹の側屈や回旋を伴うことでステップ長を確保し、結果として大きな支持基底面を形成している可能性が考えられる。本知見は、理学療法分野における四つ這い動作や体幹機能評価への応用につながる可能性を有している。

キーワード：四足歩行、支持基底面、安定性

I. はじめに

多くの哺乳類は、歩行において後足の着地の後に同側の前足が着地する lateral-sequence (LS) 歩様、霊長類は、後足の着地の後に対側の前足が着地する diagonal-sequence (DS) 歩様を用いる。DS 歩様は霊長類以外ではほとんどみられない歩様である。DS 歩様では後足が同側前足のすぐ尾側に接地するので、同側前後肢が近接し、三肢支持期における支持基底面が狭くなると考えられている。そのため、LS 歩様と比較して安定性に欠ける可能性が指摘されている¹⁾。しかし、これまでに行われてきた LS 歩様と DS 歩様の支持基底面の比較は、写真や映像から観察された四肢位置に基づく量的解析を用いない推察にとどまっており、実測データに基づく検証は十分に行われていない。DS 歩様の機能的意義や進化的背景を検討するためには、定量的なデータに基づく検証が必要である。そこで本研究では、霊長類と非霊長類の支持基底面面積を比較することで、DS 歩様が安定性に欠ける歩様であるかを検証することを目的とした。

II. 対象および方法

対象はニホンザル 2 頭、イヌ 1 頭、ネコ 2 頭とした。大面積用圧力分布測定システム HUGE-MAT (NITTA Corp.) を使用し、実験者がリードを保持した状態で、動物に 3~4 m の歩行路上を四足歩行で往復させた (図 1)。片道歩行ごとに報酬として給餌を行った。

HUGE-MAT には多数のセンシングポイントが配置されており、四肢がセンシングポイントに接触した際にはその圧力とセンシングポイントの二次元座標が記録される (図 2)。圧力が検出されたセンシングポイントを、四肢が地面に接触した位置と判断し、その座標を取得した。センサデータおよび実験ビデオを用いて、各ストライドにおける四肢の接地時間および離地時間を記録した。次に、これらのデータを基に、支持基底面や歩様の対称性を算出するための専用プログラムを作成した。

作成したプログラムにセンサデータおよびストライドデータを入力し、各種計算を行った。算出されたデータのうち、歩様対称性が $50 \pm 5\%$ の範囲外にあるものは除外し、残りのデータを個体および種ごとに整理した。その後、支持基底面面積を体重 (g) の $2/3$ 乗根で除することで標準化を行った。標準化した支持基底面面積はグラフ化し、種間比較に用いた。

統計解析として、正規性の検定 (Shapiro-Wilk 検定) を行った後、Kruskal-Wallis 検定により 3 種間の比較を行った。有意差が認められた場合には、多重比較として Mann-Whitney U 検定を実施し、有意水準 ($\alpha = 0.05$) は Bonferroni 法により補正した。



図 1. HUGE-MAT を使用した支持基底面の計測



図2. HUGE-MAT のデータ

HUGE-MAT の上を左から右に向かってネコが四足歩行で移動した際の圧力分布データ。複数の歩行周期における四肢の接触位置が色付きのピクセルとして記録されている。なお、色は圧力の大きさを表す。

III. 結果

サルの支持基底面面積は、ネコおよびイヌと比較して有意に大きかった（いずれも $p < 0.001$ ）。一方、ネコとイヌの間には有意差は認められなかった ($p = 0.1948$)。なお、サルは DS 歩様を示し、イヌおよびネコは LS 歩様を示した。

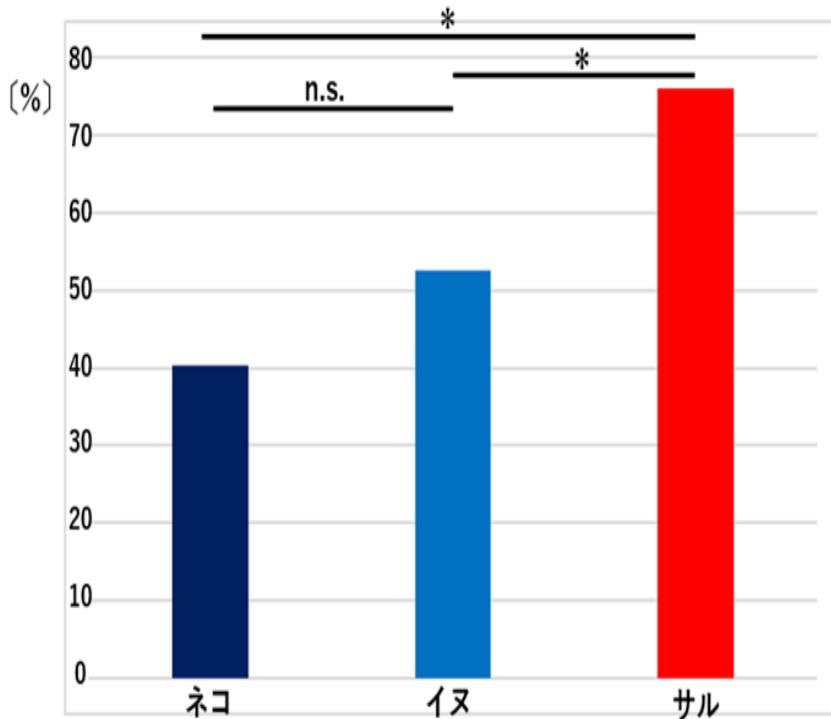


図3. 種族間の支持基底面の比較

IV. 考察

本研究の結果から、DS 歩様は従来指摘されてきたように支持基底面が狭く、不安定な歩様であるとは必ずしも言えないことが示された。サルでは、発達した体幹機能により体幹の側屈や回旋運動を伴いながら長いストライド長を確保することで、結果的に大きな支持基底面を形成している可能性が考えられる。また、前足のリーチの長さや関節可動域の大きさ、手足自体の大きさも支持基底面の拡大に寄与していると考えられる。

手足自体の大きさ、すなわち地面と手足が接触する面積の大きさは動物が常習的にとる姿勢と関係する。ネコとイヌは趾行性と言われる姿勢をとる。趾行性では地面に

接触するのは、手の中手指節関節以遠、足の中足指節関節以遠に限定される。一方、ニホンザルは手掌面全面および足底面全面が地面に接触する蹠行性と言われる姿勢をとる。仮にイヌとネコがサルと同様の位置関係で手足を地面に接触させた場合、先に説明した手足の接触面積の違いから、サルはイヌとネコよりもひと周り大きい支持基底面を形成することになる。DS 歩様に付随する小さい支持基底面という一見安定性が欠く歩様は、身体構築や姿勢、歩幅および歩隔の違いなど他の要因によって補償されている可能性が考えられる。

本知見は、理学療法分野への応用の可能性を有する。ヒトに対する体幹筋力向上を目的とした運動療法として用いられている四つ這い位での対角線上の上肢と下肢を挙上するトレーニングは、DS 歩様と同様の対角線運動であり、体幹機能が重要な役割を果たす点で共通している²⁾。今後、DS 歩様と体幹機能との関係が明らかになれば、これらの運動療法が体幹筋力向上に有効であることの理論的裏付けとなる可能性がある。

また、小児の発達過程においては、生後9か月頃から対角線上の手足を交互に動かす交互性の四つ這いが獲得されることが知られている³⁾。この運動様式は、その後に獲得される座位や立位、歩行に必要な体幹機能の発達に寄与する重要なプロセスである可能性があり、本研究結果はその理解を補強する一助となり得る。

さらに、動物理学療法分野においては、四足動物の跛行改善や歩行能力向上への応用も考えられる。加えて、将来的に四足歩行型ロボットの実用化が進めば、不整地環境に適応可能なサルのDS歩様は、ロボット工学分野においても有用な可能性がある。

V. 結論

本研究では、霊長類であるサルと非霊長類であるイヌおよびネコを対象に、四足歩行時の支持基底面面積を実測し比較した。その結果、DS歩様を示すサルの支持基底面面積は、LS歩様を示すイヌおよびネコと比較して有意に大きかった。このことから、DS歩様は従来考えられてきたように支持基底面が狭く、不安定な歩様であるとは必ずしも言えないことが示された。

以上のことから、霊長類のDS歩様は、体幹機能の特性を活かすことで歩行時の安定性に関与していることが示唆され、本研究の知見は理学療法分野における評価や運動療法の理論的検討の一助となる可能性がある。

謝辞

本研究の実施にあたり、データ計測を行っていただくとともに、プログラミング、プレゼンテーション作成および論文執筆に至るまで、多大なるご指導を賜りました群馬パース大学 リハビリテーション学部 後藤遼佑先生に深く感謝申し上げます。

引用文献

- 1) Cartmill M, Lemelin P, Schmitt M: Primate gaits and primate origins. MJ Ravosa, M Dagosto (Eds.), Primate Origins: Adaptation and Evolution, Springer, Heidelberg, 2007, pp403-435.
- 2) 古谷英孝: 腰部脊柱管狭窄症の運動療法. 吉尾雅春(編). 運動療法 各論, 医学書院, 東京, 2023, pp182-183.
- 3) 大城昌平: 姿勢反射と運動発達の関係. 細田多穂(編). 小児理学療法テキスト, 南江堂, 東京, 2018. pp59-61.

5. 運動習慣が及ぼす脱水症状予測精度への影響について

運動習慣が及ぼす脱水症状予測精度への影響について

後藤 大志

指導教員：木村 朗

要旨：【目的】男性大学生において運動習慣の有無が炎天下の歩行時の脱水状態の予測に及ぼす影響を明らかにすること。【対象】男性大学生 9 名(平均年齢：21.4±0.5 歳)。【方法】研究デザインは観察研究と介入研究とし、アウトカムは脱水症状の生起開始時間とした。運動習慣の有無で分けた 2 群間の脱水症状の開始時間の予測値と、実測値の差の平均値の差を検討した。外気温 33.6±0.7°Cの屋外歩行を 15 分間実施した。実験前後に予測脱水時間、自覚脱水時間、VAS、指水分量を測定し、対応のない t 検定で分析した。【結果】運動習慣の有無は、有意差を認めなかった。脱水予測時間と実測時間間では有意差を認めた (p=0.024, Cohen's d =-0.926)。【結論】運動習慣の有無は、脱水症状予測精度への効果を認めなかった。当初の仮説である「運動習慣が脱水予測に影響を与える可能性」は少なく、男子大学生群の中では脱水症状予測精度に寄与する量は少ないものと考えられた。

Key word：脱水症・身体運動・渇き

I. はじめに

熱中症は、高温多湿な環境下で体温調節機能が破綻し、体内の水分や塩分のバランスが崩れることで発生する疾患である。現在の日本では地球温暖化の影響で夏季の最高気温が上昇しており、最高気温が40°Cを超えるような猛烈な暑さを記録する自治体もある。令和7年は、5月から9月までの全国における熱中症による救急搬送人員の累計は100,510人となり、調査を開始した平成20年以降で、最も多い搬送人員となった¹⁾。熱中症および脱水症の予防は健康寿命の延伸において重要である。熱中症の成因の一つとして、脱水症によって体内の水分や電解質が体外に失われることが挙げられる²⁾。

熱中症と脱水症は密接に関わっている。脱水症は、だれもが起こしえる身近な病気である。近年は、熱中症の増加や高齢者の入浴中の事故の増加、ヒートショック、プール脱水などが問題となっている。プール脱水とは、プールでの活動中に体内の水分が不足し、脱水症状が発生する状態である。坂手らによると、公共の室内プールでの運動実施者では、運動中に水分摂取を行う者が少なく、特に水泳実施者で多かったため、健康増進を目的とした水中運動時においても、脱水予防のための適切な水分摂取の必要性があるとされる³⁾。

脱水症の症状として、軽症では口渇感や倦怠感、重篤な症状では意識障害を引き起こす。脱水症の重篤化を防ぐには早い段階で脱水に気づき、適切な量の水分を補給することが必要となる。だが、軽度の症状は見逃されやすく、脱水が進行してしまいかねない。そこで、本人が正確に自身の水分状態を認識し、適切な水分摂取を行うことができる能力を開発することが重要であると考えた。本研究では、運動習慣のある者はない者に比べて体温が上昇し、汗を多くかく環境に慣れているため、脱水をより正確に予測することができ、予測脱水時間と実測脱水時間の差が小さいという仮説を設定した。運動習慣の有無によって予測した脱水時間と実際の脱水時間に差があるのかを検証した。現在では、運動中の発汗量や飲水量に関する報告は多くあるが、脱水症を正確に予測するための能力の開発を検討した報告は少ない。したがって本研究では、男性大学生において運動習慣の有無が炎天下の歩行時の脱水状態の予測に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

II. 対象,方法

被験者は大学生の男性9名(運動習慣あり群4名, なし群5名)。平均年齢 21 ± 0.5 (月齢), 平均身長 171 ± 8.4 (cm), 陸上安静時平均体重 64 ± 11.0 (kg), 陸上安静時平均体温 37 ± 0.4 (°C)を対象とした。また、被験者の服装は軽装(Tシャツ1枚, 肌着1枚, 長ズボン)とし、週3回以上中等度強度の運動を30分以上実施している被験者を運動習慣あり⁴⁾とした。被験者の募集方法は、口頭で募集し、参加の意向を示した者を試験期間中に申し込み順に組み入れた。被験者には書面及び口頭で研究の目的と内容を説明し、研究参加の同意を得た。

研究デザインは観察研究と介入研究とした。実験の場所は、群馬県高崎市におけるスイミングスクールおよび群馬パース大学1号館であった。体水分量の測定は、InBody Japan社製のInBody S10を使用した。指の水分量の測定は、peipai社製のスキンチェッカーを使用した。体温の測定は、KIMOYO社製の非接触型温度計を使用した。体重の測定は、TANITA社製の体重計を使用した。被験者が感じた口渇感の評価としてVAS(Visual Analog Scale)による脱水スケールを用いた。対象の陸上安静時体重の測定、体温の測定、体水分量測定、指水分量の測定、脱水スケールの記入、を行い、その後 30.1 ± 0.2 (°C)のプールでの水中運動、 64 ± 5.8 °Cのサウナ浴を15分間実施させて再び対象の体重の測定、体温の測定、体水分量の測定、指水分量の測定、脱水スケールの記入、を実施した。プールとサウナの順番は乱数を用いてランダムに決定した。以上の実験によって、指水分量は体水分量と関連していることを確認した。

実際の体水分量測定の風景を図1に示す。被験者は水着を着用し、マット上に背臥

位で測定した。両母指および中指，足関節部にホルダー式電極を装着した。被験者は安静にし，体動や発声を防止した。測定機器に被験者の I.D, 体重，身長，年齢，性別を入力後，測定スイッチを押し，測定した。測定後はホルダー式電極を外し， $30.1 \pm 0.2(^{\circ}\text{C})$ のプールへの入水， $64 \pm 5.8(^{\circ}\text{C})$ のサウナ浴を 15 分間実施させた後，再び，マット上に背臥位で安静時と同様の方法で測定した。各条件での実験の前後にて体水分量の測定が終了した後，指水分量の測定と脱水スケールの記入を行った。指水分量の測定の手順は，被験者の右示指を肌センサーに 3 秒間押し当て，測定スイッチを押し，測定した。



図 1 : BIA の測定風景

また，平均外気温 $33 \pm 0.7(^{\circ}\text{C})$ の環境下で 15 分間屋外歩行を行ってもらい，歩行前後に体温の測定，指水分量の測定，脱水スケールの記入，指間のしわの撮影を実施した。加えて，実施前に何分経過した時点で脱水が起きそうかという脱水の予測時間と実験中に脱水を感じた時間である脱水の実測時間を報告してもらい，指水分量を測定した。

データの分析は統計ソフトに JASP(version0.95.4)を使用し，運動習慣の有無別予測時間と実測時間の差の平均値の差を対応のない t 検定，脱水の予測時間対実測時間の平均値の差を対応のある t 検定で比較した。

III. 結果

屋外歩行実施前の平均予測脱水時間は 12.4 ± 1.71 分であった。また，実験中に脱水を感じた時間である平均脱水自覚時間は 13.9 ± 1.94 分であった。運動習慣の有無別予測時間と実測時間の差の平均値の差では有意差を認めなかった (図 2)。脱水の予測時間対実測時間の平均値の差では有意差を認め ($p=0.024$, Cohen's $d = -0.926$)，運動習慣がある群はない群と比べて約 1.6 分早く脱水すると予測された (図 3)。

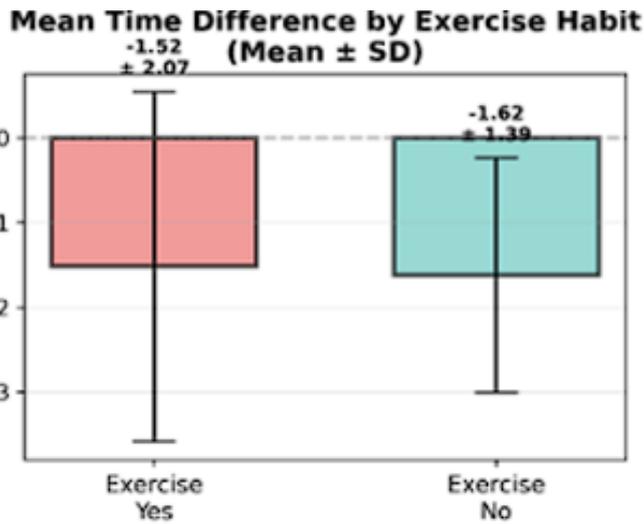


図 2：運動習慣の有無別予測時間と実測時間の差の平均値の差

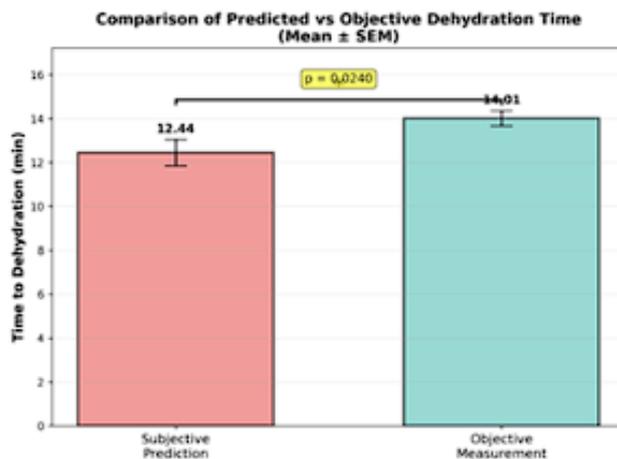


図 3：脱水の予測時間対実測時間の平均値の差

IV. 考察, 結論

運動習慣の有無は、脱水症状予測効果を認めなかった。この理由として、運動習慣の定義と情報の欠落によることが考えられる。運動習慣の定義は「週 3 回以上中等度強度の運動を 30 分以上」としたが、この基準は暑熱環境での適応、水分補給行動の学習、環境認知といった脱水予測精度に関わる側面を十分に捉えていない可能性がある。

運動習慣の有無による差は認められなかった。この結果は、運動習慣の定義が「週3回以上中等度強度の運動30分以上」と比較的単純であり、暑熱環境への適応や水分補給行動の学習といった脱水予測に関わる要因を十分に反映していない可能性がある。先行研究では、暑熱順化によって発汗開始閾値の低下、発汗量の増加、皮膚血流量の増加など体温調節機能が改善されることが報告されている⁵⁾。これらの生理的適応は、暑熱環境下での運動経験を通じて獲得され、熱ストレスに対する耐性を高めるとされる。また、暑熱環境下での運動により体温上昇や心拍数増加が抑制されることが示されており、運動習慣の質的側面が脱水予測精度に影響する可能性を支持している⁶⁾。したがって、単なる運動頻度だけでなく、暑熱環境での運動経験や熱順化の程度を評価することが今後の課題である。

さらに、本研究では主観的脱水予測時間と実測時間に有意な差があり、平均して約1.6分早く脱水を予測する傾向が認められた。この乖離は、炎天下という危険性を強調した状況下で、参加者が安全側に判断をシフトする心理的バイアスを受けた可能性がある。熱中症予防の社会的メッセージや教育により、早めの水分補給を意識する行動が形成されていることが考えられる。

本研究の限界として、サンプルサイズが小さく統計的検出力が低いこと、屋外歩行時の外気温にばらつきがあったことが挙げられる。そのため、適切なサンプリング数や、気温・湿度を統制した実験環境での再現性確認が必要であろう。

脱水予測時間と実測時間間で有意差を認めたことから、温熱環境から受ける熱刺激を適切に知覚し、熱中症予防に向けた行動変容の仕組みを明らかにしていくことが求められる。

謝辞

本研究への貴重なご助言ならびにご協力を賜りました群馬パース大学理学療法学科の諸先生方に深くお礼を申し上げます。ならびに、本研究の被験者として、ご協力いただいた学生に心から感謝を申し上げます。

参考文献等

- 1) 総務省消防庁ホームページ 令和7年(5月～9月)の熱中症による救急搬送状況。(2025年12月25日引用)
- 2) 田中正敏：水とヒト ―生理学的立場から―。人間と生活環境，1999;6:85-91.
- 3) 坂手誠治，柳沢香絵：公共の水中運動施設における運動実施者の発汗および水分摂取の実態。栄養学雑誌，2016;74:13-19.
- 4) 厚生労働省 健康づくりのための身体活動・運動ガイド2023。
(2025年12月25日引用)
- 5) 田中英登：暑熱順化の意義 ―生活習慣と耐暑性発汗能―。シンポジウム14：高齢者の日常生活における熱中症予防に体力医学会は何を成し得るか。
- 6) 細川由梨：暑熱環境下の運動パフォーマンスと安全。日本アスレティックトレーニング学会誌，2017;3:33-38.

以上 5編

理学療法学科卒業研究論文集 Vol.18 (2025年度理学療法学科卒業研究論文集)

発行 群馬パース大学リハビリテーション学部理学療法学科 卒業研究担当

発行日 2026年2月1日

発行場所 群馬県高崎市問屋町1-7-1 群馬パース大学理学療法学科

編集者 木村 朗 (卒業研究単位認定者)

無断転載を禁じます。