

氏名（本籍）	秋月 千典（茨城県）
学位の種類	博士（保健医療科学）
学位記番号	博甲第7号
学位授与年月日	平成27年3月19日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	保健医療科学研究科
学位論文題目	運動学習にとって最適な課題難易度に関する研究

学位審査委員

主査	茨城県立医療大学教授	博士（スポーツ医学）	岩井 浩一
	茨城県立医療大学教授	博士（リハビリテーション科学）	上岡裕美子
	茨城県立医療大学准教授	修士（リハビリテーション）	増本正太郎
	国際医療福祉大学教授	博士（医学）	谷 浩明

論文の内容の要旨

理学療法場面では、課題難易度の設定は運動学習の成果を左右する重要な要因であるにも関わらず、その設定は理学療法士の直感や経験に基づいて行われている。その背景として、運動学習にとっての至適課題難易度は概念的には示されてはいるものの、課題難易度の測定方法が未確立であることや、運動学習にとっての至適課題難易度が定量的に明らかになっていないことが挙げられる。そこで、課題難易度を設定するための方法が開発されれば、適切な至適課題難易度を設定することが可能となり、理学療法場面における運動学習は効率化されると考えられる。そこで本研究では、課題難易度を定量的に評価できる指標の確立と運動学習における至適課題難易度の定量化を目的に実験を行った。具体的には、（1）身体活動が生理学的な指標である唾液 α -アミラーゼに及ぼす影響を明らかにし、運動課題遂行時における課題難易度測定指標としての唾液 α -アミラーゼの利用可能性を明らかにすること、（2）課題難易度測定指標として広く用いられているプローブ反応時間と唾液 α -アミラーゼの関連を明らかにし、課題難易度測定指標としての唾液 α -アミラーゼの妥当性を検討すること、（3）さらに主観的な指標である NASA-TLX を加え、運動学習における至適課題難易度の定量化を行うこと、の三点を実験の目的としている。

第1章の序論では、研究の背景となっているリハビリテーションと運動学習の現状、運動学習研究の歴史的変遷と理学療法との接点、機能的課題難易度の測定、本研究で用いる唾液 α -アミラーゼ及び NASA-TLX について論じた後、論文構成について述べた。

第2章第1節では、前述の(1)に関して、運動負荷試験中の呼気ガス及び唾液 α -アミラーゼを測定し、身体活動が唾液 α -アミラーゼに及ぼす影響を検討し、課題難易度測定指標としての唾液 α -アミラーゼの利用可能性について総合的な分析と考察を行った。また、第2節で前述の(2)に関して、課題難易度の変化に伴うプローブ反応時間及び唾液 α -アミラーゼの変化を明らかにし、実験結果を踏まえながら、プローブ反応時間と唾液 α -アミラーゼとの間に強い関連が見られることから、課題難易度測定指標としての唾液 α -アミラーゼの妥当性について総合的な分析と考察を行った。

第3章では、前述の(3)に関して、生理学的指標である唾液 α -アミラーゼに加え、主観的な指標であるNASA-TLXを用いて、課題難易度と学習利得との関係を検討した。その結果、学習利得と機能的課題難易度は逆U字型の関係を示すことが明らかとなり、運動学習における至適課題難易度として唾液 α -アミラーゼが安静時より85%上昇するポイント、及びNASA-TLXに含まれる作業成績の得点が53.0となるポイントで学習利得が最大となることを見だし、それらの結果について総合的な分析と考察を行った。

第4章は総括であり、唾液 α -アミラーゼの変化率やNASA-TLXに含まれる作業成績の項目を用いることにより至適課題難易度を推定することが可能であり、信頼性・妥当性・簡便性の点からも有効な指標であると思われる。さらに理学療法場面での有用性や今後の展望についても総括している。

審査の結果の要旨

課題難易度の設定は運動学習の成果を左右する重要な要因であるが、理学療法の場面では課題難易度の測定方法が未確立であり、運動学習にとっての至適課題難易度が定量的に明らかにされていないため、これまで理学療法士の直感や経験に基づいて課題難易度が設定されてきた。理学療法を実施するにあたっては、対象となる患者のレディネスに大きな差が見られることから、各個人に最適な課題難易度を設定して運動学習訓練を行うことが求められる。しかし、その実現のためには課題難易度を正確に測定し、しかも限られた訓練時間の中でそれを実現しなくてはならないという2つの大きな障壁があった。

本研究では、従来の理学療法場面における運動学習において看過されてきたこの重要な点に着目し、一連の研究を展開している。第一に、課題難易度の客観的な測定指標として、生理学的指標である唾液 α -アミラーゼに着目し、その利用可能性について検討している。第二に、さらに簡便な方法を模索するため、主観的な指標であるNASA-TLXを加えて、それらの指標の信頼性・妥当性を確認している。そして、それらの指標を用いることにより、学習利得と機能的課題難易度は逆U字型の関係を示すことが明らかとなり、運動学習における至適課題難易度として唾液 α -アミラーゼが安静時より85%上昇するポイント、及びNASA-TLXに含まれる作業成績の得点が53.0となるポイントで学習利得が最大となることを見だし、実用化に向けた課題難易度の設定基準となるモデルを提案するとともに、簡便性の点からの検討を実施している。このように、古くから運動学習の分野に内包している問題を取り上げ、それを解明するために新しい方法を導入し、それらを組み合わせて課題であった2つの障壁を解決した一連の研究成果の新規性は極めて高い。

本論文で得られた成果は、以下の通りである。

- (1) 簡便な生理学的指標である唾液 α -アミラーゼの値には閾値があり、代表的な身体運動強度の指標である呼気ガス分析による無酸素性作業閾値 (VT) の値と高い有意な相関が認められた。その結果、唾液閾値未満の運動強度であれば、唾液 α -アミラーゼは身体活動の影響を受けないことが明らかとなった。
- (2) 注意需要を測定する指標として広く用いられているプローブ反応時間と唾液 α -アミラーゼを同時に測定し、唾液 α -アミラーゼの変化率とプローブ反応時間の変化率の間に正の相関が認められた。また、課題難易度が増すにつれて、唾液 α -アミラーゼの有意な上昇、プローブ反応時間の有意な延長が認められ、唾液 α -アミラーゼによる課題難易度測定の妥当性が明らかになった。
- (3) メンタルワークロードの主観的な指標として用いられている NASA-TLX に含まれる作業成績の得点が、課題の遂行成績である **Stability index** と高い相関が示され、また唾液 α -アミラーゼとも高い相関が示されたことから、NASA-TLX 作業成績得点を用いた課題難易度測定の妥当性が明らかになった。
- (4) **Stability level** と保持テスト、転移テストの改善率は逆 U 字型の関係を示し、機能的課題難易度が高すぎても低すぎても運動学習が阻害される状況を反映しており、至適課題難易度の設定可能性が示唆された。
- (5) 転移テストの改善率と唾液 α -アミラーゼの変化率は逆 U 字型の関係を示し、二次回帰曲線の頂点をもとに、唾液 α -アミラーゼが 85% 上昇する機能的課題難易度が至適課題難易度に相当することが推定された。
- (6) 転移テストの改善率と NASA-TLX 作業成績得点との関係は逆 U 字型を示し、二次回帰曲線をもとに、作業成績得点が 53.0 程度となる機能的課題難易度が至適課題難易度に相当することが推定された。

以上のように、本論文は、従来から理学療法場面における運動学習において重要な問題とされてはいるものの、取り組みが困難であった課題難易度のテーマに果敢に挑戦し、大きな成果を挙げている。理学療法領域としては避けられない患者もしくは身体障害者を対象とした適用についての検討などの点でさらなる課題は残るものの、本論文で得られた成果は理学療法における運動学習の場面で最適な課題難易度設定に大いに寄与するものであり、博士（保健医療科学）の学位に十分値するものと判定した。