S-09 副交感神経活動による疲労感の評価
～一症例の経時的変化による検討～

○和久田 未来¹⁾²⁾、白井 晴信²⁾³⁾、西田 裕介²⁾

- 1) 公立森町病院 リハビリテーション科、
- 2) 聖隷クリストファー大学大学院 リハビリテーション科学研究科、
- 3) 市立御前崎総合病院 リハビリテーション科

キーワード：疲労感、自律神経活動、症例検討

【目的】 疲労感は、発熱や疼痛などと共に身体の異常を認知する重要なアラームの1つであり、理学療法士は個々の疲労を客観的に評価し、疲労の程度に応じて理学療法を変更する必要がある。しかし現在、疲労を客観的に評価する方法としてはfMRIを用いたり、疲労の結果生じるパフォーマンスの低下を評価したりするものが一般的であり、これらの評価方法では、理学療法士が臨床場面で簡便に個々の疲労を評価することは困難である。慢性疲労は自律神経機能障害と関連しているという報告から、疲労感を自律神経活動で評価することができると考えられる。そこで本検討では、一症例の疲労感と自律神経活動の経時的な変化から、疲労感と自律神経活動との関係性について症例検討を行った。

【方法】

〔患者情報〕

本症例は70代女性(身長152.5cm、体重54kg)で、H24年3月27日に転倒して左大腿骨頸部骨折と診断され、人工骨頭置換術を施行している。本症例は疲労の訴えが強く、疲労感が強い日は理学療法介入の阻害因子となった。

〔測定方法〕

測定期間はH24年5月20日から29日までの9日間で、疲労感と自律神経活動の経時的変化を測定した。疲労感の指標にはVisual analog scale(以下VAS)を使用した。自律神経活動は、心拍計(POLAR RS800CX Polar社製)を使用して背臥位でのRR間隔を5分間測定し、心拍変動解析から副交感神経活動の指標であるRMSSDとHF、交感神経活動の指標であるLF/HFを得た。統計学的分析は、疲労感のVASと自律神経活動との関係性はPearsonの積率相関係数を用いて検討した。さらに、疲労感のVASを従属変数として重回帰分析(ステップワイズ法)を行い、自律神経活動が疲労感へ与える影響を検討した。有意水準は危険率5%未満とした。本検討はヘルシンキ宣言に従い、症例に対して目的を説明して同意を得て実施した。

【結果】 疲労感のVASと副交感神経活動(RMSSD、HF)の経時的変化では、鏡像現象が観察でき、疲労感のVASと副交感神経活動との間には有意な負の相関関係が認められた(RMSSD: $r=-0.71$ $p<0.05$ 、HF: $r=-0.74$ $p<0.05$)。交感神経活動(LF/HF)においては有意な正の相関関係が認められた($r=0.68$ $p<0.05$)。分散分析表の結果は有意で、独立変数のうちHFのみが採択され、寄与率は54%であった(偏回帰係数: 0.74、95%信頼区間: [7.48-10.29])。

【考察】 疲労感の主観的なものであるため、不定愁訴として捉えられがちであったが、本検討より主観的な疲労感の強さは副交感神経活動の退縮によって生じていることが示唆された。慢性疲労の原因は、自律神経の調整に関与する前帯状回でのアセチルカルニチンの代謝異常であると報告されている。アセチルカルニチンはアセチルコリン産生を促進する物質であることから、副交感神経活動と疲労感に強い因果関係が生じたと考えられる。

【まとめ】 本検討より、副交感神経活動の指標の中でもHFの変動を経時的に評価することで、個人間の疲労感を客観的に評価できる可能性が示唆された。理学療法士が疲労感を評価して、疲労の程度に応じた運動介入やプログラムの変更により、慢性疲労患者のパフォーマンスの向上に寄与できると考えられる。

S-10 「年代別 Functional reach test 標準値」
の作成と関連要因の検討

○中井 美香¹⁾、木林 勉²⁾

- 1) 医療法人社団浅ノ川 金沢脳神経外科病院、
- 2) 金城大学 医療健康学部理学療法学科

キーワード：Functional reach test、標準値、姿勢制御

【目的】 年代別に Functional reach test(以下FRT)の標準値を作成する。また、それに関連する要因を明らかにすることで、理学療法を行う上でのバランス能力の経時的変化や効果的な転倒スクリーニングの基礎資料とする。

【方法】 対象は、大学学園祭で本研究の参加を募り、それに応募した163名(男性70名、女性93名)とし、平均年齢は45.1±17.1歳(20-78歳)であった。対象者には本研究の概要を説明し、本人の参加意思を確認後書面にて同意を得た。年齢、性別を聴取し、FRTと身体特性(身長、体重、下肢長、上肢長、足長)、運動機能(握力、足指筋力、重心動揺総軌跡長)を測定した。FRTとの関連には、Pearson積率相関係数で分析し、有意水準は5%未満とした。

【結果】 FRTと身体特性の関連は、身長($r=0.436$)、上肢長($r=0.31$)、足長($r=0.307$)、下肢長($r=0.27$)、体重($r=0.236$)の順に有意な相関があり、また身長とその他の身体特性にて正の相関が見られた。本研究では、個々の比較において身体特性の影響を考慮し、FRTを身長補正した年代別標準値(FRT/height±2SD)を求めた。結果は、20-30代男性19.2±4.8、女性19.4±5.2、全体19.3±5.0、40-50代男性17.9±5.2、女性18.9±6.2、全体18.5±5.8、60代以降男性15.8±7.4、女性16.1±7.4、全体16.1±7.4となった。身長補正したFRTと運動機能の関連では、握力は20代女性($r=0.542$)と20代男性($r=0.436$)、足指筋力は20代女性($r=0.784$)、30代男性($r=0.622$)で相関を認めた。

【考察】 年代別FRT標準値では、年代が上がるにつれてFRT値は減少する結果となり、先行研究同様の結果であった。加齢に伴い動的バランス能力が低下することがこれにより示唆された。FRTと運動機能の関連では、20代、30代において握力や足指筋力がFRT値との相関を示したことから、安定した前方リーチを保障するには筋力の関与が大きいと推測された。藤原は、足圧中心位置が立位安定域内(踵から足長の約30～60%)にある場合筋力は殆ど関与しないが、安定域外では筋活動量によって立位の安定性が左右されると報告している。若年者は足関節戦略で前方に重心移動し、筋力によってバランスを制御していると示唆される。加齢に伴い姿勢制御は股関節戦略が優位となり、前足部で制御しにくくなる。そのため、40代以降では筋力と関連が認められなかったと考える。25cm前後のFRT値では前方に重心移動せずとも姿勢変化でリーチできるとの報告から、このような要因も40代以降のFRT値と関与している可能性がある。

【まとめ】 本研究では、FRTと最も相関が高い身長を補正する項目として選択し、身長補正した年代別FRT標準値を作成した。また、FRTと運動機能との関連では、年代によってバランスを制御している要因が異なり、筋力や姿勢制御によってバランスを保持していると推測された。

S-11 脂質代謝亢進時における下肢筋活動と歩行周期の変化による歩行継続への適応性の考察

○鈴木 啓介¹⁾²⁾、西田 裕介²⁾

- 1) 磐田市立総合病院 リハビリテーション技術科、
- 2) 聖隷クリストファー大学大学院 リハビリテーション科学研究科

キーワード：脂質代謝、下肢筋活動、歩行周期

【背景】歩行継続の阻害因子として、糖の枯渇が報告されている。長時間の歩行では糖代謝に代わるエネルギー供給として脂質代謝の亢進が認められる。脂質代謝は主にタイプI線維にて行われ、筋によりタイプI線維の含有量は異なる。つまり、エネルギー供給を維持するためには柔軟に筋の活動を変化させる必要がある。また、活動する筋の変化が動作に影響を与えている。そこで、本研究では脂質代謝の亢進を「エネルギー効率の向上」と定義し、3人の対象者のデータを基に脂質代謝亢進前後の下肢筋活動、歩行周期の変化から、歩行継続への適応性について考察する。

【対象と方法】対象は健康成人男性3名とした。なお、対象者には研究内容及び倫理的配慮について説明を行い、研究参加の同意を得た。プロトコルは安静座位5分、時速4.5km/hでの練習歩行5分を行い、同速度にて90分間の歩行を実施した。代謝の分析には呼気ガス分析装置を使用し、呼吸交換比を算出した。筋協調性と筋活動量の分析には表面筋電図を使用し、前頸骨筋、内側腓腹筋、ヒラメ筋、大腿直筋、内側広筋、半腱様筋、中殿筋を対象筋とした。計測したデータより構成要素の数と、解剖学的筋グループの一致率を筋協調性の指標として用いた。また、筋活動量の指標として筋積分値を算出した。歩行周期の分析には3軸加速度計を用い、重心の左右、上下、前後の最大リアブノフ指数を算出した。データ解析は歩行開始10分間と歩行終了前10分間のデータを用い、筋積分値と最大リアブノフ指数は開始10分間を基準とし、変化率を算出した。

【結果】呼吸交換比は歩行開始10分=0.85、終了前10分=0.81となり終了前では脂質代謝が亢進した。構成要素の数は歩行前後共に4であり、変化は認めなかった。解剖学的筋グループの一致率は大腿四頭筋にて歩行開始10分=77.7%、終了前10分=88.0%、下腿三頭筋にて歩行開始10分=94.4%、終了前10分=96.0%と歩行終了前では各筋グループの協調性が亢進した。筋積分値の推移は、大腿直筋=-24.7%、内側腓腹筋=-8.3%、と2筋にて低下し、終了前10分の筋活動量が低下した。最大リアブノフ指数の推移は左右=-8.7%、上下=5.1%、前後=-10.3%であり、左右、前後で低下し、終了前10分の歩行の周期性は安定化した。

【考察】本研究において脂質代謝亢進時には解剖学的筋グループの筋協調性亢進、大腿直筋、腓腹筋の活動量低下、歩行周期の安定化が認められた。歩行継続時には脂質代謝を亢進させるために、筋の協調性を亢進させ、必要な筋力を相補的に補うことで、糖代謝を行うタイプII線維が豊富な大腿直筋や腓腹筋の活動量を低下させ、相対的にタイプI線維の豊富な内層筋の筋活動を向上させたと考えられる。また、筋協調性を亢進させ動作の自由度を制限することで、歩行周期を安定化させたと考えられる。

【まとめ】歩行の継続時には、エネルギー効率を向上させるために解剖学的筋グループの協調性を亢進させ、適応している可能性が示唆された。また、筋協調性の亢進に伴い、歩行の周期性が安定化する可能性が示唆された。

S-12 局所低強度運動下における筋酸素化動態と無酸素性作業閾値の関連性についての検討—ミトコンドリアの機能評価の確立に向けて—

○新津 雅也¹⁾²⁾、西田 裕介³⁾

- 1) 磐田市立総合病院 リハビリテーション技術科、
- 2) 聖隷クリストファー大学大学院リハビリテーション科学研究科 生体機能理学療法解析学修士課程、
- 3) 聖隷クリストファー大学大学院リハビリテーション科学研究科 生体機能理学療法解析学

キーワード：ミトコンドリア、筋酸素化動態、血流遮断

【はじめに】ミトコンドリアはエネルギー代謝に不可欠であり、その機能はエネルギー生成効率に反映される。生体組織において90%以上の酸素がミトコンドリアによって利用され、血流遮断時の筋酸素化(Oxy-Hb)の低下率(Muscle Oxygenation2: MO2)と遮断終了直後のOxy-Hbの回復率(Time Recovery: TR)は酸素利用能を反映することが報告されている。また、ミトコンドリアの機能と無酸素性作業閾値(Anaerobic Threshold: AT)は相関を示すことが報告されている。以上のことから、本研究ではMO2, TRとATの関係を明らかにし、MO2とTRがミトコンドリアの機能を反映する指標となりうるのか検証した。

【方法】対象は健康男性8名(24±4歳167.5±7.5cm、57.8±8.1kg)とした。Oxy-Hbは背臥位にて股関節、膝関節を90度にしてヒラメ筋を対象にして測定した。5分間の安静後に3秒間で1回の足関節自動屈運動と3秒間の休息をメトロノームに合わせて交互に3分30秒間行った。運動終了30秒前より30秒間血流遮断を行い、その後3分間の回復を図った。ATは自転車エルゴメータを用いたRamp負荷試験により測定した。解析について、MO2は安静時を基準とした運動時の変化量(%MO2 ex-rest)を用い、TRは遮断終了後のOxy-Hbが最大に達した時の回復率をそれに達するまでの時間で除した値を用い、これらをミトコンドリアの機能と定義した。なお、本研究は聖隷クリストファー大学倫理委員会の承認のもと実施した。

【結果】Oxy-Hbの推移において、全ての被験者で血流遮断時に低下を示した。%MO2(ex-rest)とATについてはr=0.58の相関を示した。一方、TRとATについてはデータにばらつきが認められたが、一部で相関傾向を示した。また、%MO2(ex-rest)とr=0.69の相関を示した。

【考察】ATは酸素供給能と酸素利用能を反映するとされているが、健康者ではミトコンドリアの機能と相関することが報告されている。%MO2は血流遮断下での酸素消費量であるため、ミトコンドリアの機能として捉える事ができ、%MO2(ex-rest)とATとの関係からその可能性が示された。一方、TRについてはATと一定の関係を示さなかったが、一部で相関傾向を示し、%MO2(ex-rest)とも相関を認めた。TRはクレアチニン酸の合成時間と関係しており、本結果と合わせてミトコンドリアの機能を反映しうる事が考えられる。

【まとめ】一時的動脈遮断時におけるOxy-Hbの低下率とその後の回復率をミトコンドリアの機能として捉え、ATとの関連性を検証した結果、相関が示された。よって、%MO2 ex-restとTRはミトコンドリアの機能を反映する指標として用いることができる可能性が示された。