

氏名	竹内 真太 (学籍番号 11DR03)
学位の種類	博士 (リハビリテーション科学)
学位記番号	第 3 号
学位授与年月日	2014 年 3 月 10 日

論文題目 運動時の心機能評価を目的とした心拍リズムと運動リズム間における同期現象の理学療法応用に関する研究

論文審査担当者	委員長	大城 昌平	教授
	委員	西田 裕介	教授
	委員	藤井 徹也	教授
	委員	藤原 百合	教授
	委員	新宮 尚人	教授

論文要旨

【目的】

理学療法を施行するにあたり、心臓の機能（以下、心機能）を評価することは重要である。本研究では、歩行や走行などの周期的な運動中に観測される、心拍リズムと運動リズム間の同期現象（以下、Cardiac-locomotor synchronization : CLS）の発生度合いが、運動時心機能を反映する指標として妥当かどうかを検証するため、CLS の発生度合いに影響を与える可能性がある 3 つの因子（①対象者の運動時心機能、②洞結節への機械的刺激の強さ、③副交感神経の緊張度）と対象者の運動耐容能にそれぞれ関連する指標を設定し、各指標が CLS の発生度合いに及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は呼吸循環器疾患の既往が無い若年健常者 16 名と、虚血性心疾患患者 7 名（心筋梗塞 5 名、狭心症 1 名、冠動脈バイパス術後 1 名）とした。対象者には事前に研究の主旨と方法を口頭と書面にて説明し、同意書への署名によって同意を得た。

対象者は自転車エルゴメータによる心肺運動負荷試験と、CLS の発生度合いを評価するための歩行プロトコルをそれぞれ別日に実施した。

各測定によって得られたデータを解析し、CLS の発生度合いを示す指標、運動耐容能の指標、運動時心機能の指標、副交感神経緊張度を示す指標、洞結節への機械的刺激の強さを示す指標を算出した。

まず課題 1 として、正常メカニズムを把握するために、若年健常者における CLS の発生度合いと関連のある指標を調査した。その後、課題 2 として、低心機能の対象者における反応を調査するために、虚血性心疾患患者における CLS の発生度合いと関連のある指標を調査した。また、課題 3 として、低心機能における CLS の発生度合いの特性を調査するために、若年健常者と虚血性心疾患患者における CLS の発生度合いを比較した。最後に課題 4 として、心機能の変化による CLS の発生度合いの特性を把握するため、全対象者内で、CLS の発生度合いに関連する指標を調査した。

【結果】

課題 1 において、若年健常者における CLS の発生日合には、運動時心機能の指標が単独に関連していた。次に課題 2 において、虚血性心疾患患者における CLS の発生日合は、運動時心機能の指標と関連を認めた。また課題 3 において、虚血性心疾患患者の CLS の発生日合は若年健常者と比較して高い値を示した。最後に課題 4 において、全対象者における CLS の発生日合は運動時心機能と運動耐容能と関連を認めた。

【考察】

本研究では、課題 1 の若年健常者における結果を正常メカニズムと捉え、各課題の階層性によって CLS の発生日合が運動時心機能を反映する指標として妥当かどうかを検証する。課題 1 の結果から、正常メカニズムにおいて CLS の発生日合には運動時心機能が単独で関与していることが明らかとなった。このことから、CLS の発生日合は運動時心機能を反映する指標となることが示唆された。次に、理学療法評価指標としての妥当性、すなわち CLS の発生日合が心機能障害の程度を反映する指標であるかを確認するため、虚血性心疾患患者における CLS の発生日合に関連する指標を検討した。その結果、正常メカニズムと同様に、CLS の発生日合は対象者の運動時心機能を反映していた。更に、正常と、心機能障害を持つ対象者を合わせた全対象者においても、CLS の発生日合は運動時心機能を反映しており、心臓の機能障害の程度を反映できる理学療法評価指標として妥当であることが示唆された。

心臓の細胞は Mechano-electrical feedback (MEF) という機械的刺激に対して活動電位波形を変化させる機構を備えている。洞結節細胞における活動電位波形の変化は心拍数を変化させることが報告されており、CLS の発生には洞結節の MEF が関与していることが推測されている。MEF による心拍数の変調作用の強さは対象者の心筋の状態によって異なるため、MEF が関与して発生していると考えられている CLS も対象者の心機能すなわち心筋の状態によって発生の度合いが異なったのだと考えられる。以上のことから、CLS の発生日合は、心筋の電気生理学的変化を通じて心機能を評価する指標と成り得ることが示唆された。

【結論】

本研究の結果から、若年健常者と虚血性心疾患患者の CLS の発生日合には、運動時心機能が単独で関与していることが示された。このことから、CLS の発生日合に影響を与える可能性がある 3 つの因子（①対象者の運動時心機能、②洞結節への機械的刺激の強さ、③副交感神経の緊張度）のうち、対象者の運動時心機能が最も強い影響を与える因子であり、心機能が低い対象者では CLS が発生しやすく、心機能が低い対象者では CLS が発生しづらいことが明らかとなった。本研究の結果は、CLS の発生日合が運動時心機能を反映する理学療法評価指標として妥当であることを示唆しており、理学療法分野へ貢献できる研究であったと考えられる。

論文審査の結果の要旨

理学療法を施行するにあたり、心臓の機能を評価することは重要である。本博士課程の研究では、運動時の心機能を評価するための新たな理学療法評価指標として、心拍リズムと運動リズム間における同期現象（Cardiac-locomotor synchronization：CLS）の発生度合いが妥当であるかを、4つの課題を用いて検証している。

課題1では、若年健常者における運動時心機能はCLSの発生度合いに独立して関連する因子であることが示されている。この結果から、CLSの発生度合いは正常メカニズムにおける運動時心機能を反映できる指標であることが示唆されている。課題2では、虚血性心疾患患者における心機能低下の重症度をCLSの発生度合いが反映できることが示されている。また課題3では、心機能障害によってCLSの発生度合いが高くなることが示されている。この結果から、CLSの発生度合いは、病的に低下した心臓の機能についても反映できる指標であることが示唆されている。更に課題4では、CLSの発生度合いは対象者特性に関わらず、対象者の現在の運動時心機能を反映することが示されている。以上4つの課題から、CLSの発生度合いは対象者の個々の運動時心機能を反映する理学療法評価指標として臨床現場へ応用できる可能性があることを提言している。

運動中の心機能評価は、呼気ガス分析装置などの特殊な機械が必要であり、多くの臨床現場では困難である。本研究の結果は、呼気ガス分析装置が無い状況でも、歩行中の心拍リズムと運動リズムの関係性から運動時の心機能を評価できる可能性を示した。今後、更なる検討により臨床現場でのリスク管理や運動療法の効果判定に応用されることが期待できる。

以上を統合すると、竹内真太氏の論文は、運動時の心機能評価に対してCLSを応用するという新たな方法を提言し、臨床現場における運動時心機能の評価方法に新たな知見を加え、分野の発展に寄与する重要な貢献を果すものと評価できる。よって本審査委員会は、本論文が博士（リハビリテーション科学）の学位を授与するに値するものと判断した。