



Title	Delayed vagal withdrawal slows circulatory but not oxygen uptake responses at work increase.
Author(s)	林, 直亨
Citation	大阪大学, 1999, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43077
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	林 直 亨
博士の専攻分野の名称	博士 (医学)
学 位 記 番 号	第 14816 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 11 年 5 月 6 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 論 文 名	Delayed vagal withdrawal slows circulatory but not oxygen uptake responses at work increase. (運動負荷時の酸素摂取量応答に果たす迷走神経活動調整を介した心拍出量応答の役割)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 木村 實 (副査) 教授 佐藤 宏道 教授 福田 淳

論 文 内 容 の 要 旨

〔目的〕

ヒトが身体運動を行う時には、筋での酸素利用と筋への酸素運搬とが適切な応答をして、速やかに酸素摂取量を増加させる必要がある。酸素運搬の応答は、全身循環を形成する心拍出量の調節と、拍出された血液を配分するための末梢循環調節とによってなされ、それは自律神経系と体液性の調節を受けている。自律神経系による調節については、 β アドレナリン受容体遮断薬投与時に酸素摂取量応答が遅れることから、交感神経活動が酸素摂取量応答の調節機序であることが推察されている。しかし、交感神経活動は血管収縮にも関与するため、心拍出量の応答が、酸素摂取量応答の調節に寄与しているのかについては明らかではない。

本研究では、心拍出量の増加応答が酸素摂取量応答の適切な応答をもたらすかどうかを明らかにするために、運動負荷増加時に顔面冷却刺激を暴露して迷走神経活動を増加させ、心拍出量応答を遅らせた時に、酸素摂取量応答が遅れるのかについて検討した。

〔方 法〕

被験者は健常男性11名(21 ± 3 歳、 66 ± 4 kg)を対象とした。3分間の 0 W の負荷での自転車運動の後、換気性作業閾値の80%の酸素摂取量に相当する座位自動車エルゴメータ運動(117 ± 20 W)をステップ状に負荷し、その強度にて運動を5分間継続させた(対照試行)。迷走神経活動を賦活させるために、実験試行では運動負荷増加1分前から負荷増加1分後までの2分間、顔面に冷却刺激($3 - 5^{\circ}\text{C}$)を加えて対照試行と同じ運動を負荷した。質量分析計および流量計を用いて酸素摂取量を1呼吸毎に計測した。インピーダンス法を用いて心拍出量を連続計測し、0 W 運動時と負荷運動時の定常値との差に対する割合を算出した。心電図R波間隔より心拍数を算出した。各試行毎に、4回繰り返したデータを1秒毎に補間し、加算平均した。加算平均データを一次指數関数によって近似し、従来より応答の評価に用いられている応答の遅れ時間と時定数との和(MRT)を算出した。試行間の比較には対応のある t 検定を用いた。

〔結 果〕

顔面冷却によって心拍数および心拍出量は冷却前の値よりそれぞれ 10 ± 5 bpm、 $20 \pm 7\%$ 減少し、この減少は統計的

に有意 ($p < 0.05$) であった。このことから、顔面冷却によって迷走神経活動が高進し、それに伴って心拍出量が減少したことが確認された。

心拍数の MRT は対照試行 (26±18秒) よりも実験試行 (46±35秒) で有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。心拍出量の MRT も対照試行 (28±19秒) よりも実験試行 (37±23秒) で有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。このことから、顔面冷却によって心拍出量応答の遅れが生じたことが確認された。

これに対して、酸素摂取量の MRT には、対照試行 (36±7秒) と実験試行 (38±12秒)との間には有意差はなかった ($p > 0.05$)。

〔総括〕

心拍出量の増加には、迷走神経活動の低下と交感神経活動の賦活とが関与している。一方、末梢循環調節には、このうち交感神経活動のみが関与している。本研究では、健常被験者に運動負荷を与える前後に、顔面冷却によって迷走神経活動を賦活させると、運動負荷に対する心拍数と心拍出量の応答が遅延した。しかし、この心拍出量応答の遅延は酸素摂取量応答に影響を及ぼさなかった。この結果は、顔面冷却中に心拍出量が充分に増加しなくとも、活動筋への血流配分の増大応答が速やかに行われることによって、活動筋への血流量が確保されたことを示唆するものである。心拍出量応答が減少した場合に、活動筋への末梢血流の調節によって酸素摂取量応答を維持する機序としては、血管拡張物質および交感神経活動の関与が考えられる。交感神経活動の高進による非活動筋の血管収縮と活動筋での血管拡張物質の作用とが活動筋への血流確保に重要な役割を果たしたものと考えられる。

以上のことから、運動開始時には、交感神経活動の高進と迷走神経活動の抑制とによって心拍出量が酸素摂取量の適切な応答のための必要量以上に増大することが結論された。この心拍出量の余剰の増大は、生体に高い循環調節能力をもたらしていると考えられる。

論文審査の結果の要旨

運動を開始した時の酸素摂取量の過渡応答には循環系が関与することが知られている。しかし、従来の知見では、循環調節機序のうち、活動筋と非活動筋、他臓器との間の血流配分調節と、心拍出量の調節とがどのように関係するのかについては明確ではない。

本研究は、運動開始時に心拍出量の増加応答を遅延させることによって、酸素摂取量の過渡応答が心拍出量によってどのように調節されるのかについて検討した。顔面冷却刺激を暴露すると、迷走神経活動の指標となる心拍の 1 拍動毎の変動が増加することから、顔面冷却刺激によって迷走神経活動が増加することを既に林は報告している。本研究では、この刺激を用いて、一定負荷の自転車エルゴメータ運動開始時の心拍出量の増加応答を時定数と遅れ時間との和にして約 8 秒間遅延させた。その結果、心拍出量の増加応答の遅延が酸素摂取量応答には有意な影響を及ぼさないことが明らかになった。このことから、心拍出量の応答が遅れた場合には、主に交感神経活動や局所での体液性の因子を介する血流配分の調節により活動筋での酸素摂取量の過渡応答を維持していることが示唆された。したがって、運動開始時に要求される著しく高い循環調節能力を満たすために、心拍出量は酸素摂取量応答の維持に必要な量よりも多くの、いわば余剰の増加応答をすることが結論された。

本研究は、運動開始時の酸素摂取量応答に対する心拍出量応答の役割を明らかにした最初の知見である。運動開始時の循環調節機序についての重要な知見を得たものであり、本論文は学位に値するものと認める。