

O-0145

呼気終末陽圧換気下での持久力トレーニングによる運動効果の増大
～効果的なトレーニング方法の確立を目指して～

森木 貴司, 木下利喜生, 大野 千種, 川西 誠, 橋崎 孝賢, 児嶋 大介, 上西 啓裕,
中村 健, 田島 文博

和歌山県立医科大学附属病院 リハビリテーション科

key words 呼気終末陽圧・持久力トレーニング・最大酸素摂取量

【はじめに、目的】

有数の長寿国で高齢化が進んだ我が国にとって、健康増進や生活習慣病の予防による健康寿命の延伸は、重要な課題である。健康増進における運動の効果はよく知られているが、より効果的なトレーニング方法の確立が期待される。

人工呼吸器で使用される呼気終末陽圧 (PEEP) によって、静脈還流量を低下させることはすでに報告されている。静脈還流量が低下すると、血圧を維持するため心拍数の上昇や心収縮力の増強が引き起こされ、心臓の仕事量が増加する。そのため、同一の運動負荷であっても、PEEP をかけることで心機能へのさらなる負荷を惹起し、運動効果の増大が期待され、有効なトレーニング方法となる可能性がある。しかし、これまで PEEP をトレーニングに応用した報告はなく、その効果は不明である。そこで、本研究では、通常状態と PEEP 下での持久力トレーニングを行い、その効果を最大酸素摂取量 (VO_2max) で比較し、PEEP がもたらすトレーニングへの効果を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象は、内科的疾患や整形外科的疾患のない若年健康男性 10 名 (平均年齢 28.3 ± 3.1) とした。クロスオーバーデザインとし、同一被験者が通常状態 (control 群) と非侵襲的陽圧換気療法 (NPPV) による PEEP 下 (PEEP 群) での持久力トレーニングを 3 週間の wash out 期間を設け、それぞれ行った。

まず、運動に使用する PEEP を決定するため、仰臥位で NPPV による PEEP (0cmH₂O, 4cmH₂O, 8cmH₂O, 12cmH₂O) をかけ、一回拍出量 (SV)、心拍出量 (CO)、心拍数 (HR)、血圧 (BP) を測定し、それぞれ 7 分間行った。各 PEEP における最終 1 分間のデータを平均し、通常安静臥位 (0cmH₂O) と比較し、SV が有意に低下する PEEP を運動に使用することとした。トレーニングは、自転車エルゴメータを用い VO_2max の 60% の運動負荷で 30 分間、連続 5 日間とした。測定項目は、 VO_2max 、最大心拍数 (HRmax)、最大分時換気量 (VEmax)、最大呼吸数 (RRmax)、循環血漿量の変化割合 (ΔPV)、BP、HR、Borg scale とした。トレーニング前後に、 VO_2max 、HRmax、VEmax、RRmax、トレーニング後に ΔPV 、各群の 1 日目の運動開始時と運動終了直前に HR、BP、Borg scale をそれぞれ測定した。

各 PEEP によるデータの比較は ANOVA を行い、post hoc test は Tukey とした。また、トレーニング前後のデータ比較は paired t-test を行った。なお、統計学的有意水準は 5% 未満とした。

【結果】

通常安静臥位 (0cmH₂O) と比較し、PEEP 12cmH₂O において SV・CO で有意に低値を示したため、運動には PEEP 12cmH₂O を使用した。トレーニング前後での VO_2max は、両群で有意に上昇し、さらに、control 群と比べ PEEP 群において、有意に高い上昇を認めた (54.0 ± 6.3 ml/kg/min, 56.2 ± 6.5 ml/kg/min, $P < 0.05$)。また、運動開始時の HR (75.1 ± 6.1 bpm, 80.4 ± 7.5 bpm, $P < 0.05$)、運動終了直前の HR (165.1 ± 11.1 bpm, 171.5 ± 10.6 bpm, $P < 0.05$)、運動終了直前の Borg scale (15.2 ± 1.5 , 17.8 ± 1.4 , $P < 0.001$)、トレーニング後の VEmax (152.3 ± 27.6 l/min, 176.2 ± 30.1 l/min, $P < 0.001$) においても control 群と比べ PEEP 群で有意に高値を示した。運動時の BP、トレーニング後の HRmax、RRmax、 ΔPV においては両群差を認めなかった。

【考察】

通常安静臥位 (0cmH₂O) と比較し、PEEP 12cmH₂O で SV・CO が有意に低値を示したことについては、過去の報告と一致し胸腔内圧の上昇に伴うものと考えられた。また、トレーニング後の VO_2max は、control 群と比べ PEEP 群で有意に高い上昇を認めた。これは、PEEP 12cmH₂O による SV・CO の低下、運動開始時や運動終了直前の HR において PEEP 群で有意に高値であったことから、PEEP により静脈還流量が低下し、さらなる心負荷となったことで心機能の改善に寄与したことが考えられた。さらに、トレーニング後の VEmax が control 群と比べ PEEP 群で有意に高値を示した。呼吸筋訓練で VEmax が上昇するとの報告もあることから、PEEP は呼吸筋に対する負荷となり、肺胞換気量を増加させる可能性が示唆された。よって、PEEP 下での持久力トレーニングは、心機能や肺胞換気量を改善させ運動効果を増大させる可能性がある。

【理学療法学研究としての意義】

PEEP がもたらす持久力トレーニングへの効果が明らかとなった。PEEP のトレーニング応用は、効果的なトレーニング方法となる可能性が示唆された。また、アスリートに対する高強度トレーニングへの応用にも期待できる。