

242. NaHCO_3 摂取後の運動時における筋細胞内 pH の変化 — ^3P NMR を用いて —

Change of intramuscular pH during exercise after NaHCO_3 intake using ^3P NMR.

NaHCO_3 ○稲木光晴, 久野譜也, 阿武 泉, 勝田 茂 (筑波大学)

筋細胞内 pH Mitsuharu Inaki, Shin-ya Kuno, Izumi Anno, Shigeru Katsuta

NMR Univ. of Tsukuba

【目的】近年、炭酸水素ナトリウム (NaHCO_3) 摂取による運動パフォーマンスの向上は、細胞内 pH の低下抑制によるものだと考えられてきているが、運動中、この低下抑制が経時的にどのように生じるかについては明らかにされてきていない。

そこで本研究では、非侵襲的な ^3P NMR を用いることによって、 NaHCO_3 摂取後の運動時における筋細胞内 pH の経時変化を検討した。

【方法】被検者 (体育専攻男子学生 7 名; 平均年齢 23.1 才) は、日をかえて 2 回のトライアル (Control Trial および Alkalosis Trial) を行なった。Control Tr. において被検者は、 NaCl 溶液摂取 1 時間後に超電導 MR 装置内において仰臥位での右脚 (足首に 1 kg の重りを負荷) の伸展挙上運動を 60 回/分の頻度で 3 分 20 秒間 (Ex. I)、30 秒休止し 2 分 40 秒間 (Ex. II)、さらに 30 秒休止後 70 回/分に頻度を上げ exhaustion まで (Ex. III) 行なった。一方、Alkalosis Tr. においては、 NaHCO_3 溶液摂取 1 時間後に Control Tr. と同じプロトコルで運動を行なった。 ^3P NMR スペクトルは、運動中、大腿直筋より連続して得られ、クレアチンリン酸に対する無機リン酸のケミカルシフト値から細胞内 pH を算出した。また、血中 pH Pco_2 および血中乳酸濃度を測定するために肘正中皮静脈より採血した。さらに、血中 pH および Pco_2 から HCO_3^- 濃度を算出した。

【結果および考察】血中 pH と HCO_3^- 濃度は、 NaHCO_3 摂取 1 時間後 (運動直前) に有意な上昇を示した。この時、Tr. 間において有意差が認められた。運動直後、血中 HCO_3^- 濃度は両 Tr. とも有意に減少していたが、その減少量は Tr. 間でほとんど差は認められなかった。

一方、筋の pH は、血中 pH とは対照的に NaHCO_3 摂取による変化は認められなかった。これは先行研究で示唆されているように、 HCO_3^- の細胞膜に対する透過性が低いことに起因するだろう。

運動時において筋 pH は安静レベルより有意に低下したが、その低下は Control Tr. より Alkalosis Tr. において小さい傾向が認められた (図 1)。また、安静時から運動終了までの筋細胞内 pH の低下につい

ても Alkalosis Tr. において小さい傾向が認められた (図 2)。これは、運動中、Alkalosis Tr. において筋からの H^+ の流出が促進されたことを示唆しており、そのメカニズムとしては細胞外 HCO_3^- 濃度の上昇による H^+ 流出速度の増大と $\text{Na}^+ - \text{H}^+$ イオン交換メカニズムが考えられる。しかしながら、被検者間において筋細胞内 pH の低下に大きなバラツキがあるため、トライアル間で、統計的に有意な差は認められなかった。これは、大腿直筋にかかる負荷が被検者間で相対的に異なっていたことがその原因として考えられる。

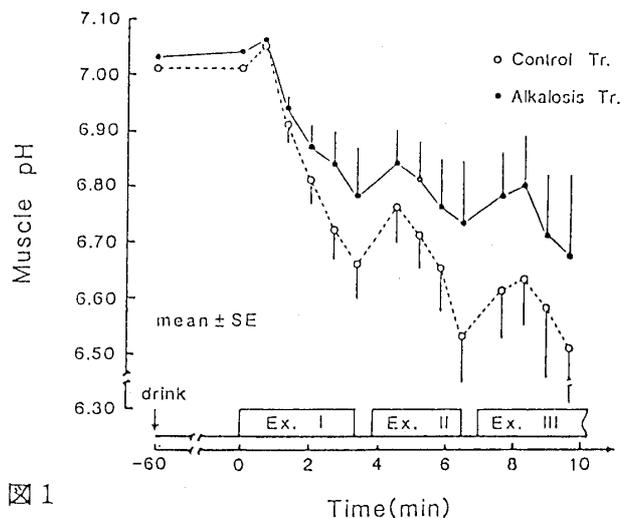


図 1

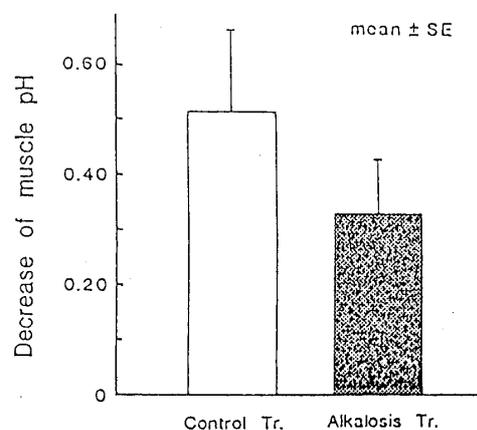


図 2