

短 報

飲料水 pH が反復的最大握力発揮に及ぼす影響

野村美月^{*1} 松生香里^{*2} 藤澤智子^{*3} 荒谷友里恵^{*4} 和田拓真^{*5} 吉田升^{*6}
石田恭生^{*7} 高原皓全^{*8} 中尾有子^{*2} 山口英峰^{*8} 小野寺昇^{*2}

要 約

本研究はアルカリ飲料水摂取が反復的最大握力発揮に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。対象は19～23歳の健康な男性6名とした。飲料水条件は中性条件（pH7.1）およびアルカリ性条件（pH8.8～9.4）とした。被験者は運動開始5分前に250mlの飲料水（水温15℃）を摂取し、利き手の最大握力発揮を1秒間隔で30回実施した。測定は2日間に分けて行い、いずれも14時～16時の間に実施した。測定開始1回目の値を基準としたときのアルカリ性条件の変化量は、反復回数が20回目以降で中性条件よりも高値を示す傾向であった。このことは、アルカリ飲料水摂取により最大発揮筋力の減少が抑制されたことを示唆する。運動開始前のアルカリ飲料水摂取が筋収縮による筋細胞内の酸性化を抑制させたものと推察する。

1. 緒言

ヒト体内の pH は、安静時では弱アルカリ性である。身体活動による疲労状態では酸性に傾くことが報告されている¹⁾。木村ら²⁾は、細胞内 pH は運動開始40秒（50 % Maximal voluntary contraction: MVC）～347秒（10 % MVC）まで安静時レベル（-6.95pH unit）を維持したものの、それ以降低下したと報告した。しかしながら、身体として捉えたヒトの pH に着目した運動時の水分補給における飲料水 pH に関する先行研究はほとんどない。運動前に、安静時の体内と同じアルカリ性の飲料水を摂取することは、反復的最大握力発揮時の発揮張力低下を抑制すると仮説立てた。筋疲労を伴う反復的最大握力発揮前におけるアルカリ飲料水摂取の影響を明らかにできれば、適切な水分補給に関する知見を提示できるものとする。

2. 目的

本研究は、運動前におけるアルカリ飲料水摂取が反復的最大握力発揮に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

3. 方法

被験者は19歳～23歳の健康な成人男性6名であった。測定条件は飲料水条件とし、中性条件（pH7.1）およびアルカリ性条件（pH8.8～9.4）とした。飲料水の pH は pH meter（APER）を用いて計測した。握力はデジタル握力計（TKK-5401、竹井機器工業株式会社）を用いて計測した。被験者は反復的最大握力発揮運動開始5分前に250mlの飲料水（水温15℃）を摂取し、利き手での最大握力発揮運動を1秒間隔で30回連続的に実施した。力発揮のタイミングはメトロノームのリズムに合わせて調整した。測定は1日に1条件とし、2日間に分けて実施した。各条件は被験者ごとにランダムに実施し、いずれも14

*1 倉敷市立精思高等学校

*2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科

*3 川崎医療福祉大学 医療福祉学部 子ども医療福祉学科

*4 中国短期大学 保育学科

*5 鳥取短期大学 生活学科 食物栄養専攻

*6 岡山短期大学 幼児教育学科

*7 岡山理科大学 経営学部 経営学科

*8 吉備国際大学 社会科学部 スポーツ社会学科

（連絡先）野村美月 〒710-0816 倉敷市八王寺町199-3 倉敷市立精思高等学校

E-mail : f-ari@mw.kawasaki-m.ac.jp

時～16時の間に実施した。

握力の測定値は、絶対値および各被験者の1回目の測定値を基準（100%）とした変化率で示し、それぞれ全被験者の平均値±標準偏差で示した。各条件における反復回数に伴う握力絶対値および変化率の差の検定には、飲料水条件と反復回数を要因とする二元配置分散分析を用いた。分散分析で有意性が確認された場合はTukey法を用いて多重比較を行った。統計学的有意水準は危険率5%未満($P<0.05$)とした。統計学的分析はGraphPad Prism (Ver.10.3.0 for Mac)を用いて行った。

4. 結果

反復回数に伴う握力絶対値の平均値を図1に示した。各条件において、反復回数の増加に伴って最大握力は低下した。二元配置分散分析の結果、交互作用は認められなかったが、反復回数による主効果が認められた($F_{29,290}=29.78$, $P<0.05$)。多重比較の結果、中性条件では13回目以降全ての回数で1回目よりも

有意に低値を示した ($P<0.05$)。アルカリ性条件では16回目から20回目、22回目から24回目、26回目から30回目において1回目よりも有意に低値を示した ($P<0.05$)。

1回目の測定値を基準としたときの握力の変化率を図2に示した。各条件において10回目付近以降から反復回数の増加に伴う減少がみられた。反復回数が20回目以降で、中性条件よりもアルカリ性条件が高値を示す傾向が強くなった。二元配置分散分析の結果、交互作用は認められなかったが、反復回数による主効果が認められた ($F_{29,290}=32.24$, $P<0.05$)。多重比較の結果、中性条件では13回目と14回目、16回目から30回目までの全ての回数で1回目よりも有意に低値を示した ($P<0.05$)。アルカリ性条件では16回目から20回目、22回目から24回目、26回目から30回で1回目よりも有意に低値を示した ($P<0.05$)。

5. 考察

反復的最大握力発揮開始前にアルカリ飲料水を摂

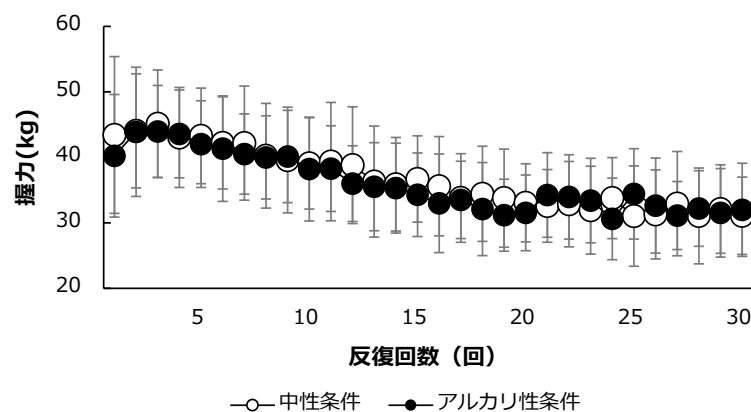


図1 反復回数に伴う最大握力の変化（絶対値）

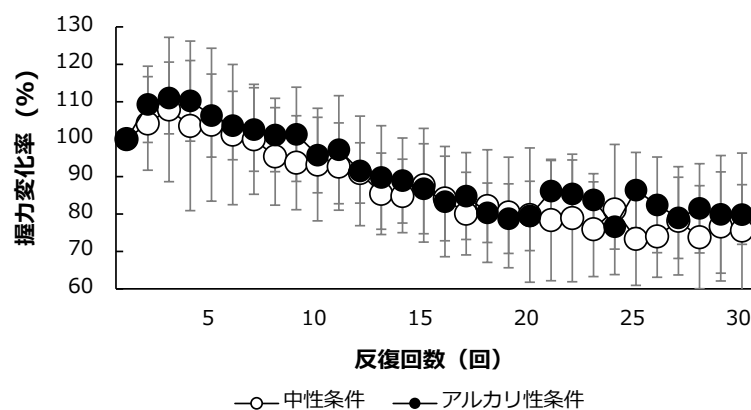


図2 反復回数に伴う握力の変化（1回目測定値を基準とした変化率）

取した場合、中性飲料水を摂取した場合よりも20回目以降における測定値の減少率が小さい傾向があったことから、アルカリ飲料水の摂取によって連続力発揮に伴う主動筋群の筋疲労が抑制された可能性が考えられる。運動中、細胞内の酸性化を遅らせることはフォスフォフルクトキナーゼ活性の働きを長く維持できるため、解糖系からのエネルギー産生・供給を持続することが可能となる。さらに筋組織内において二次的に生じる H_2PO_4^- 産生の抑制や筋細胞の脱分極や興奮収縮関連の阻害を遅延することなどが報告されている³⁾。木村ら²⁾は、運動中細胞内 pH の低下開始時間を遅らせ、かつ pH 低下率を抑制することは、筋収縮力の発揮の維持や運動に必要とされる ATP の産生・供給を長時間にわたって維持す

ることを可能にすることを報告した。また、重炭酸ナトリウムの経口摂取によって血中 pH が増加すること、このことに起因して有酸素性^{4,5)}および無酸素性^{6,7)}運動パフォーマンスが向上することが報告されている。これらのことから、運動開始前にアルカリ飲料水を摂取することで、反復的最大握力発揮に伴う細胞内酸性化の時間が遅延し、中性飲料水を摂取した場合よりも測定値の減少が緩やかであった可能性が考えられる。

6. 結論

連続最大筋力発揮時のアルカリ飲料水の摂取は、筋疲労に伴う握力の低下に抑制的に作用する傾向があった。

倫理的配慮

本研究は川崎医療福祉大学倫理委員会の承認を得て実施した（承認番号：22-044）。

文 献

- 1) Fitts RH : Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews*, 74, 49-94, 1994.
- 2) 木村直, 勝村俊仁, 浜岡隆文, 下光輝一 : 様々な強度での等尺性運動時における持続時間と疲労因子との関連について. *体力科学*, 47, 549-560, 1998.
- 3) 森谷敏夫 : 筋肉と疲労. *体育の科学*, 42, 335-341, 1992.
- 4) Bird SR, Wiles J and Robbins J : The effect of sodium bicarbonate ingestion on 1500-m racing time. *Journal of Sports Sciences*, 13 (5), 399-403, 1995, <https://doi.org/10.1080/02640419508732255>.
- 5) Goldfinch J, Mc Naughton L and Davies P : Induced metabolic alkalosis and its effects on 400-m racing time. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 57(1), 45-48, 1988, <https://doi.org/10.1007/bf00691236>.
- 6) McNaughton LR : Bicarbonate ingestion: effects of dosage on 60 s cycle ergometry. *Journal of Sports Sciences*, 10(5), 415-423, 1992, <https://doi.org/10.1080/02640419208729940>.
- 7) Miller P, Robinson AL, Sparks SA, Bridge CA, Bentley DJ and McNaughton LR : The Effects of novel ingestion of sodium bicarbonate on repeated sprint ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(2), 561-568, 2016, <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000001126>.

(2024年11月29日受理)

Effects of pH Differences in Drinking Water on Repetitive Maximum Grip Strength

Mizuki NOMURA, Kaori MATSUO, Tomoko FUJISAWA, Yurie ARATANI, Takuma WADA,
Noboru YOSHIDA, Yasuo ISHIDA, Terumasa TAKAHARA, Yuko NAKAO,
Hidetaka YAMAGUCHI and Sho ONODERA

(Accepted Nov. 29, 2024)

Key words : alkaline drinking water, pH, grip strength, muscle cells, acidity

Abstract

The aim of this study was to clarify the effects of alkaline drinking water ingestion on repetitive maximal grip strength. The subjects were six healthy males aged 19-23 years. Two types of drinking water with different pH were available (i.e., neutral condition (pH 7.1) / alkaline condition (pH 8.8-9.4). The subjects ingested 250mℓ of drinking water 5 minutes before the start of exercise and demonstrated grip strength of the dominant hand 30 times at 1-second intervals. The rate of change in the alkaline condition tended to be higher than that in the neutral condition at the twentieth and subsequent times when the value at the first measurement was used as the reference. This suggests that alkaline drinking water ingestion suppressed the decrease in repetitive maximal grip strength. The results of this study suggest that alkaline drinking water ingestion before exercise suppressed acidification in the muscle cells caused by muscle contraction.

Correspondence to : Mizuki NOMURA

Kurashiki City Seishi High School

199-3 Hachioji-cho, Kurashiki, 710-0816, Japan

E-mail : f-ari@mw.kawasaki-m.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.34, No.2, 2025 279 – 282)