

水分補給を伴う運動負荷後の含嗽が 口腔内環境に及ぼす影響

東京医科歯科大学大学院 高橋 敏 幸

(共同研究者) 同 池川 麻 衣

同 上野 俊 明

Effects of Gargling after Exercise Accompanied by Rehydration on Intraoral Environment

by

Toshiyuki Takahashi, Mai Ikegawa, Toshiaki Ueno

Department of Sports Medicine/Dentistry,

Graduate School of Medical and Dental Sciences,

Tokyo Medical and Dental University

ABSTRACT

Researchers have reported that athletes have more dental caries than ordinary people. Though exercise-induced dry mouth, rehydration with large consumption of sports drink and food, and poor brushing of teeth are mentioned as causes for the higher risk of dental caries in athletes, the details remain unclear. The aim of this study was to investigate the influences of rehydration on salivary flow, pH and buffering capacity during ergometer exercise in healthy volunteer participants. Ten healthy volunteers (5 males and 5 females, Ave.22.4 yr old) performed bicycle ergometer exercise at 80% of the maximal heart rate for 30-min in the 4 conditions: 1) only a sports drink for rehydration, (Aquarius, Coca-Cola & Co., Ltd., Tokyo, Japan) 2) sports drink for rehydration and gargling immediately after exercise, 3) sports drink diluted two times for rehydration, (diluted with mineral water; Evian, Danone Waters of Japan

Co., Ltd., Tokyo, Japan) and 4) sports drink diluted two times for rehydration and gargling immediately after exercise. Participants consumed 150ml at one time, and received hydration four times in all. Paraffin-stimulated whole saliva samples were collected before, and right (0min), 30min and 60min after exercise to measure the salivary flow rate, pH and buffering capacity. The salivary flow was almost constant throughout the experiment. The salivary pH decreased after exercise in condition 1. The salivary buffering capacity decreased significantly after the exercise in conditions 1 and 2. Regarding the salivary flow, pH and buffering capacity, there were no significant differences between before and after exercise in conditions 3 and 4. From these results, it was suggested that adequate gargling immediately after taking a sports drink for rehydration in association with sports and exercise was effective in oral health.

要 旨

アスリートの平均う蝕指数は一般人に比べて高いことが既に報告されている。運動に伴う口渇、スポーツドリンクの過剰摂取、間食や補食の常態化、肉体疲労によるブラッシングの怠慢などがう蝕のリスクを引き起こすと考えられているが、その詳細は未だ不明である。そこで本研究は、運動中の水分補給が唾液分泌量、唾液 pH、唾液緩衝能に与える影響について明らかにすることを目的とした。健康なスポーツ愛好家 10 名（男性 5 名、女性 5 名、平均年齢 22.4 歳）に対し、運動負荷試験を自転車エルゴメータにより実施した。運動は最高脈拍 80% の有酸素運動を 30 分とし、水分補給源と運動直後の含嗽については、(1) スポーツドリンク摂取、含嗽なし、(2) スポーツドリンク摂取、含嗽あり、(3) スポーツドリンク（ミネラルウォーターにて 2 倍希釈）摂取、含嗽なし、(4) スポーツドリンク（ミネラルウォーターにて 2 倍希釈）摂取、含嗽ありの 4 条件とした。水分補給量は 1 回あたり 150ml を実験中に 4 回、計 600ml 摂取させた。実験前、実験直後、30 分後、60 分後の計 4 回唾液採取を行い、唾液分泌量、唾液 pH、唾液緩衝能を測定した。いずれの条件下に

おいても、唾液分泌量は実験を通してほぼ変化はなかった。条件 (1) において運動後の唾液 pH が低下した。条件 (1)、(2) においては運動後の唾液緩衝能が有意に低下した。条件 (3)、(4) においては、運動前後で唾液分泌量、唾液 pH、唾液緩衝能のいずれも有意な変化は見られなかった。以上の結果より、運動時の水分補給源と摂取後の適切な含嗽は、口腔内環境に影響を与えることが示唆された。

諸 言

我が国のトップアスリートの平均う蝕経験歯数は一般人に比べて多いことが既に報告されている¹⁾。上野らによると、2004 年アテネ夏季オリンピック及び 2006 年トリノ冬季オリンピックの日本代表候補選手の歯科保健状況について、処置済みう蝕指数はそれぞれ 10.9、10.5、未処置う蝕指数はそれぞれ 2.2、1.7 であった¹⁾。2005 年の歯科疾患実態調査では処置済みう蝕指数は 7.45、未処置う蝕指数は 1.1 であったことから、これらの数値を上回る結果であった¹⁾。この要因として、運動・スポーツ実施に伴う口渇、肉体疲労によるブラッシングの怠慢、スポーツドリンクの過剰摂取、間食や補食の常態化などが挙げられる¹⁻⁴⁾。とりわ

け運動・スポーツ実施の発汗により、脱水ならびに口渇感がしばしば生じるが、この口渇は唾液分泌の低下を意味し、口腔内の保湿機能の低下、口腔内の清浄作用の低下により、う蝕活動性の上昇に繋がる。実際、多くのアスリートは脱水予防、電解質バランスの変化を防ぎパフォーマンスを改善するための有効対策として、積極的に水分補給を行っているが、この水分補給は口腔内乾燥の改善、唾液分泌機能の維持にも資すると考えられる⁵⁾。一方、健常成人被験者を用いた先行研究では、高強度トレッドミル走行あるいはエアロバイク運動中にスポーツドリンクを摂取した場合、ミネラルウォーター摂取時に比べて唾液 pH、唾液緩衝能が低下し、運動または水分補給条件がカリエスリスクの変動因子となりうる可能性が示唆された⁵⁻⁹⁾。

市販スポーツドリンクには、運動によって失われたエネルギーや電解質を補給するために、ブドウ糖、ショ糖、果糖といった糖質や、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} といった電解質を体液と同等の pH・浸透圧に調整したものが混合されており、これらが脱水予防および身体疲労の回復のために重要であることも示唆されている¹⁰⁾。これを受けて、スポーツ愛好家やアスリートおよびその指導者が、口腔内の環境面よりも、パフォーマンスに直結する脱水や身体疲労への対策として運動時の水分補給にスポーツ飲料の摂取を積極的に行っていることも十分に考えられる。その一方で、よほど疲労困憊に陥るような運動をしない限り、比較的軽度の体内電解質バランスの失調、エネルギーの消耗であれば体内で常に行われている調節機構の働きによって速やかに正常に回復するため、健康の維持・向上を目的とした運動程度であれば運動後のスポーツドリンクは飲まないよりは飲んだほうがよいという程度に考えるべきといった見解もある¹⁰⁻¹³⁾。

いずれにせよ、スポーツドリンクがスポーツの

パフォーマンスに寄与することを踏まえると、スポーツドリンクを摂取しながらも口腔内の環境を改善する方法を模索したり、その後の口腔ケアに留意する必要があるといえるが、具体的な方法やエビデンスは未だ示されていない。そこで本研究では、先行研究結果をふまえて水分補給を伴う負荷運動後の含嗽が口腔内環境に与える影響について、水分補給条件を変えながら比較検討した。これにより、アスリートを含むスポーツ愛好家に対し、スポーツドリンクを摂取した後の効果的な口腔ケア方法の提案が可能となり、また口腔衛生を考える上での新しい有益な知見を得ることができると思われる。

1. 研究方法

1. 1 被験者

心身に異常がなくスポーツを愛好する健常若年成人 10 名（男性 5 名、女性 5 名、平均年齢 22.4 歳）で、顎口腔系に特に異常がなく、菌列欠損がない者を対象とした。なお歯科矯正治療中の者は除外した。本研究実施については、東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会の承認を得た（第 899 号）。全ての被験者は、研究の趣旨と内容を書面および口頭にて十分説明を受け、文書によるインフォームドコンセントを提出した上で実験に参加した。被験者の身長は 157 ～ 179cm（平均 166.0cm）体重は 53 ～ 80kg（平均 60.3kg）であった。

1. 2 運動負荷試験

食後 2 時間以上経過し、かつブラッシング後 1 時間以上経過した時点で、コントロール唾液を採取し運動負荷試験を開始した。

実験における運動負荷試験は、自転車エルゴメータ（エアロバイク ai：コンビウエルネス社製

東京）を用いて、約 15 分のウォーミングアップの後、目標脈拍値が最高脈拍 80% となるレベルで有酸素運動 30 分を実施した。本機器では、

耳朶につけた高感度脈拍センサーからの情報をリアルタイムにコンピュータ処理し、自動的にペダルの負荷をコントロールして設定脈拍値に応じた有酸素運動を行うことができる。各被験者には、下記4条件を1日1回ずつ行わせた。

条件①：スポーツドリンク摂取・運動後の含嗽なし

条件②：スポーツドリンク摂取・運動後の含嗽あり

条件③：スポーツドリンク（ミネラルウォーターにて2倍希釈）摂取・含嗽なし

条件④：スポーツドリンク（ミネラルウォーターにて2倍希釈）摂取・含嗽あり

水分補給は1回あたり150mlを10分おきに、運動開始前も含め計4回行った。含嗽は有酸素運動後の水分補給直後に、1回あたり30mlを口を含んだ10秒間の「ぶくぶくうがい」を3回行った。

1. 3 水分補給

本研究の水分補給源として、ミネラルウォーター（pH7.5：エビアンTM、ダノンウォーターズオブジャパン株式会社 東京）と市販スポーツドリンク（pH4.0：アクエリアスTM、日本コカ・コーラ株式会社 東京）を用いた。

1. 4 唾液検査

本研究ではパラフィンワックス咀嚼刺激全唾液を採取した。1g重の無味無臭のパラフィンワックス片を3分30秒咀嚼させた。初期30秒間の刺激唾液は棄却し、その後の3分間の刺激唾液の全てを計量器に吐出させ、貯留した全唾液を計量した（唾液分泌量）。唾液採取は運動前（コントロール）、運動直後、運動30分後、運動60分後の計4回行った（図1）。条件②および④においては、含嗽後に採取した唾液を運動直後のものとした。

唾液pHおよび唾液緩衝能は、携帯型pHメーター（LAQUAtwin・堀場製作所製・京都、図1）



図1 LAQUAtwin・堀場製作所製

を用いて測定した。まず、pHメーターのセンサー部に採取唾液0.25ml滴下し、表示されたpH値（唾液pH）を読み取り、その後、酸負荷液（乳酸0.25ml・pH3）をセンサー上の試料唾液に滴下し20秒間混和後に表示されるpH値（唾液緩衝能）を読み取った。

1. 5 統計学的検定

実験で得られたデータは匿名化した後、統計処理を行った。なお、実験で採取した試料は測定後その場で破棄した。運動負荷試験前後における唾液分泌量、唾液pHおよび唾液緩衝能の変化について、一元配置分散分析とBonferroni法を用いた。有意水準は $p < 0.0125$ とした。

2. 研究結果

2. 1 唾液分泌量

運動負荷による唾液pHの変化を図2に示す。いずれの条件でも運動直後に唾液分泌量がやや減少傾向となったものの、実験を通して大きな変化はみられず、統計学的検定の結果、有意差はみられなかった。

2. 2 唾液pH

運動負荷による唾液分泌量の変化を図3に示す。

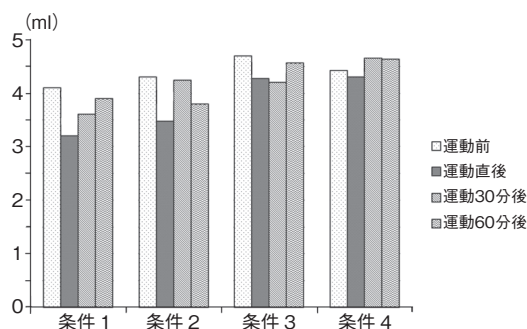


図2 運動負荷による唾液分泌量の変化

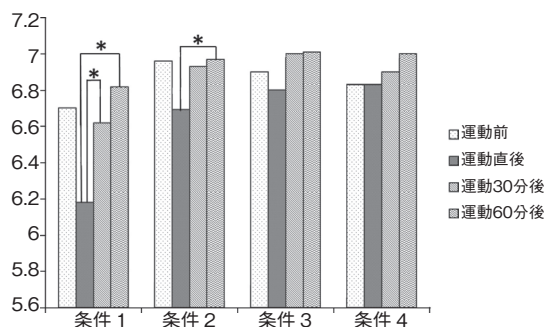


図3 運動負荷による唾液pHの変化

条件①においては、運動後の唾液 pH が大きく低下し、統計学的検定の結果、運動直後と運動 30 分後、運動直後と運動 60 分後の唾液 pH で有意差がみられた。

条件②においては、運動直後に唾液 pH は低下傾向にあり、運動直後と運動 60 分後の唾液 pH に有意差がみられた。条件①、②に共通して、運動前から運動直後の唾液 pH は低下し、運動直後から運動 30 分後、運動 60 分後にかけて唾液 pH が回復し、60 分後にはベースラインまで達する傾向がみられた。ただし、運動後に含嗽をした条件②に関しては、運動直後の唾液 pH の低下が条件①に比べゆるやかであった。

スポーツドリンクの濃度を薄めた条件③に関しては、条件①、②に比べ運動直後の唾液 pH の低下を抑制することができ、運動 30 分後には唾液 pH がベースラインまで回復した。

条件④においては、実験を通して唾液 pH の変

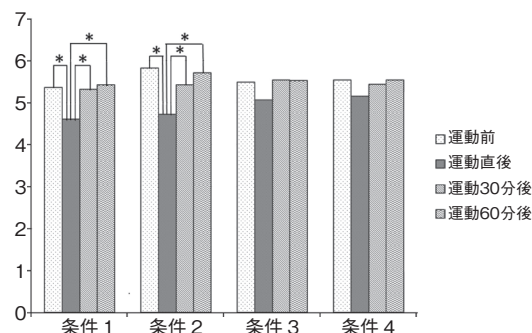


図4 運動負荷による唾液緩衝能の変化

化がほぼみられなかった。

2. 3 唾液緩衝能

運動負荷による唾液緩衝能の変化を図 4 に示す。

条件①、②では、運動直後の唾液緩衝能は低下し、運動直後から運動 30 分後、運動 60 分後にかけて徐々に唾液緩衝能の値が回復し、運動 60 分後にはほぼベースラインまで達する傾向がみられた。統計学的検定の結果、条件①、②ともに、運動前と運動直後、運動直後と運動 30 分後、運動直後と運動 60 分後の唾液緩衝能に有意差がみられた。

条件③、④では、運動直後の唾液緩衝能がやや低下傾向にあるものの、実験を通して唾液緩衝能の値に大きな変化はなく、有意差もみられなかった。

3. 考 察

3. 1 運動負荷に伴う唾液分泌量の変化

一般に刺激唾液の平均分泌量は 1.6ml/ 分と言われているが、今回の実験においては全測定時でこれを下回る値となった¹⁴⁾。

運動時の体温上昇は発汗することで調節されており、運動負荷に伴う発汗によって水分、電解質は失われ、運動時のエネルギー源としてタンパク質は消費される¹⁵⁾。また、電解質は活動筋にも

関与する。運動負荷中や運動負荷前後に水分補給を行わなかった場合、この電解質やタンパク質の減少によって浸透圧が生じ、血漿中の水分は血管壁（毛細血管）を通り組織間や細胞内へと移動し、結果として脱水症状を引き起こす¹⁵⁾。また電解質の不足により筋代謝が阻害され、パフォーマンスの低下を招くと考えられる¹⁶⁾。

唾液成分の99%以上は水分であるが、唾液の生成には血液（血漿成分）が必要となる。それには唾液腺に流れる血液量および供給されるエネルギーや酸素が大きく影響するが、運動時には血漿量が減少するため、運動時の唾液の生成の抑制にもつながると考えられる。血漿量の減少は活動筋への水分移動によるが、そのメカニズムとして、活動筋での血管拡張にともなって毛細血管内圧が高まり水分の濾過が促進されること、また活動筋内に乳酸などの代謝物質濃度が上昇し、細胞内外の浸透圧勾配によって、水分が細胞内に流入することが考えられる¹⁵⁾。したがって、運動負荷時に水分補給を行うことで、脱水やパフォーマンスの低下を防止するとともに、唾液生成低下の抑制、結果として唾液分泌量の低下の抑制が可能となる¹⁶⁻¹⁸⁾。

本研究においては、全ての条件において水分補給を行っており、実験の前後で唾液分泌量に大きな変化はみられなかった。一般に、運動中の水分補給量は10～15分おきに100～200mlが適切とされている¹⁹⁾。そこで本研究においては水分補給量と補給のタイミングを統一するために10分おきに150ml、計600mlと設定した。また、過去の研究では、水分補給を被験者の任意とした場合、ミネラルウォーターよりもスポーツドリンクは、補給量が多い傾向になったとの報告もある⁶⁾。これは、スポーツドリンクが飲みやすい味に調整されていることが理由として挙げられるが、補給量が多くなることによって唾液pHや唾液緩衝能に、より影響を与える可能性も否定できない。ま

た、夏季においては熱中症予防として十分な水分補給が必要であり、運動中のみならず運動前、運動後に適量の水分補給を行うことの重要性を認識すべきであるとの見解も多いことから、今回の実験においても運動の前後で水分補給を行わせた^{9, 20, 21)}。このように運動負荷時の水分補給量を全被験者で統一したことで、飲料の種類による比較が可能になると考えられる。

したがって、運動時に適切な水分補給を行うことで唾液分泌機能の低下を抑制することができ、その結果、う蝕や酸蝕症などの発生・進行リスクをコントロールできると考えられる。

3. 2 水分補給条件による唾液pHと唾液緩衝能の変化

唾液のpHおよび唾液緩衝能は主に血液中の重炭酸イオンの働きによって調節されている^{16, 17)}。刺激唾液では安静時よりも重炭酸イオンが多く分泌されるため、緩衝作用が十分に働く。そのため本研究では、唾液採取用無味無臭ガムを用いて刺激唾液を採取し、刺激唾液のpHと緩衝能について検討した。また、唾液分泌量と唾液pHには相関があるとされている²²⁾。重炭酸イオン濃度は唾液分泌速度に強く依存して変化するため、唾液分泌速度が増すと重炭酸イオン濃度も増し、唾液pHは上昇する²³⁾。水分補給を行わずに運動した場合に、唾液pHがやや下がる傾向にあることは先行研究結果からも明らかになっているが、これは運動負荷により乳酸が蓄積して酸性に傾いた血液をアルカリ性に調整するために血液中の重炭酸イオンが利用され、唾液分泌に利用される重炭酸イオンが減少したことに関連した唾液pHの低下であると考えられる。

緩衝能とは、一定の試料に対し一定量の酸またはアルカリを加えた時にpHの値がどのように変化するかを測定することで定量的に評価を行う。う蝕発生という観点では、唾液の酸に対する緩衝

能を測定するため、一定量の唾液に一定量の酸を滴下したときの pH の変動を測定すればよいことになる²⁴⁾。このような唾液緩衝能の測定は、研究室レベルでは半世紀以上前から pH 色素や pH メーター、あるいは酸溶液を染み込ませた pH 試験紙（緩衝能ストリップス）を用いた測定例が報告されているが、呈色で判定を行うものでは呈色の境界領域で使用者が判定に迷ったり、唾液の性状や滴下の仕方によっても呈色が変わってしまうため適切な評価ができなくなることもあった²⁴⁾。本研究で用いた LAQUAtwin は、チェアサイドでの使用を想定し、緩衝能の評価をより簡便に実現できる機器であり、測定した緩衝能の値が 5.8 以上を示す場合には「高い」、4.8 以上 5.8 未満の場合には「中程度」、4.8 未満の場合は「低い」といった評価基準をとっているが、緩衝能には個人差や年齢差もみられる²⁴⁾。

運動実施と唾液緩衝能との関連性に関して、先行研究⁵⁻⁹⁾により、男女どちらの被験者群でも、血中乳酸蓄積開始点 (OBLA) 相当の高強度トレッドミル走運動実施に伴い、唾液緩衝能が有意に低下することから、運動実施に伴いう蝕進行リスクが高まる可能性が示唆されている。

多くのスポーツドリンクにはクエン酸などの酸が含まれており、飲料の pH はおよそ 3～4 に調整されている。今回の研究で我々が用いた飲料の pH は 4 であった。先述の通り、pH の低い飲料を継続的に摂取しながら運動を行った場合、運動前後の唾液 pH や唾液緩衝能に影響を及ぼすということは既に明らかになっているが、今回の実験において、条件①で運動直後と運動 30 分後、運動直後と運動 60 分後の唾液 pH に有意差がみられたことは先行研究の結果を追認するものである。

一方、条件③については実験の前後で唾液 pH および唾液緩衝能の大きな変動はなく、運動直後の唾液 pH および唾液緩衝能の低下は僅かであっ

た。これらの結果から、運動中に摂取するスポーツドリンクを希釈することは、口腔内の酸性度を弱め、唾液の緩衝作用が働きやすい環境を作り出す可能性が示唆された。

3. 3 水分補給後の含嗽に伴う唾液 pH と唾液緩衝能の変化

条件①において、運動直後と運動 30 分後、運動直後と運動 60 分後の唾液 pH に有意差がみられ、さらに、運動前と運動直後、運動直後と運動 30 分後、運動直後と運動 60 分後の唾液緩衝能にも有意差がみられた。これは、運動時にスポーツドリンクのような pH の低い飲料を摂取すると、口腔内の pH が低下するだけでなく緩衝作用も低下することにより、pH がベースラインに回復するのに時間を要することを表している。しかし、条件①に比べ②、条件③に比べ④の唾液 pH の低下が緩やかであった。

つまり、含嗽を行うことは、スポーツドリンクを摂取したことで酸性に傾いた口腔内をベースラインに回復させる補助的な役割を担っていると考えられる。また、スポーツドリンクを希釈した条件④においても、実験を通して唾液緩衝能の大きな変化はなく、有意差もみられなかった。したがって、水分補給後の含嗽は、口腔内の酸性度を弱め、唾液の緩衝作用が働きやすい環境を作り出すことを可能にすると考えられる。

本研究において、使用した水分補給源は、ミネラルウォーターのエビアンとスポーツドリンクのアクエリアスのみであったが、その他スポーツドリンクの種類やスポーツドリンクの異なる希釈濃度による、唾液 pH および唾液緩衝能の低下およびベースラインへの回復の速度・程度の検討により、水分補給源に関するより明確な選択基準を明らかにしていくことも今後の課題の一つになると思われる。

3. 4 競技者のためのスポーツ飲料摂取後の効果的な口腔ケア方法

スポーツドリンクを継続的に摂取しながら運動することにより、運動後の唾液分泌量には影響がないものの、唾液 pH および唾液緩衝能は低下し、運動前のベースラインに回復するまでに 60 分程度またはそれ以上の時間がかかるため、口腔内のう蝕・酸蝕症の発生・進行リスクのコントロールは難しく、そのような状況下でどのようなアプローチで口腔ケアを行っていくべきかということはこれまでの課題であった。しかし本研究結果から、運動時にスポーツドリンクを摂取する場合は 2 倍程度に希釈したものとし、更に運動後には含嗽を行うことで、唾液 pH および唾液緩衝能のベースラインへの回復を早めることが期待できることが示唆された。

運動時に失われる水分や電解質、栄養分の補給は生理的にもパフォーマンスの低下の防止のためにも欠かせない。スポーツを行う者やその指導者等に対して、スポーツドリンクを摂取することのメリット・デメリットを認識してもらい、運動・競技後に含嗽を励行させる、加えて食後のブラッシングなどのオーラルケアを取り入れていくよう、歯科医師や歯科衛生士が指導を行っていくことが重要である。

結 論

水分補給を伴う運動負荷後の含嗽が口腔内環境に与える影響について、水分補給条件を変えながら比較検討した。成人のスポーツ愛好家を対象に運動前、運動直後、運動後 30 分、運動後 60 分の刺激唾液を採取し、運動後の含嗽の有無により唾液分泌量、唾液 pH、唾液緩衝能にどのような影響を与えるのかを測定した結果、以下の結論を得た。

1. 運動負荷時の適切な水分補給は、唾液分泌量の低下を抑制した。運動負荷時に行う水分補給の

条件を全被験者で統一したことで、同量の水分であればミネラルウォーターとスポーツドリンクとの間に唾液分泌量に与える影響に差が生じないことが明らかとなった。

2. 運動負荷時のスポーツドリンク摂取は、唾液 pH および唾液緩衝能を低下させ、ベースラインへの回復に運動後から 60 分以上を要した。

3. 運動負荷時に 2 倍希釈したスポーツドリンクを摂取することにより、唾液 pH および唾液緩衝能の低下が緩やかになり、ベースラインへの回復は運動後から 30 分程度であった。

4. 運動負荷時にスポーツドリンクを摂取した後に、適切な含嗽を行うことは、唾液 pH および唾液緩衝能の低下を抑制し、ベースラインへの回復を早めることが明らかとなった。

謝 辞

本研究に対し助成を賜りました公益財団法人石本記念デサントスポーツ科学振興財団に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 上野俊明, 豊島由佳子, 他: 04年アテネ・06年トリノオリンピック日本代表候補選手の歯科保健状況について, 第 18回日本臨床スポーツ医学会学術集会, 大分, 2007年 11月 3・4日
- 2) 隅田陽介, 山中拓人, 他: 大学・社会人ラグビー選手の歯科保健とマウスガード使用状況. スポーツ歯誌 5: 30-36(2002)
- 3) Bryant S., McLaughlin K. et al.: Elite athletes and oral health. *Int. J. Sports Med.*, 32:720-724(2011)
- 4) Sirimaharaj V., Brearley. et al.: Acidic diet and dental erosion among athletes. *Aus. Dent. J.*, 47(3):228-236(2002)
- 5) 上野俊明, 中野真帆, 他: 競技者のデンタルコンディショニングに関する研究—適切な水分補給によるカリエスコントローラー. 日本オリンピック委員会/日本コカ・コーラ スポーツ科学基金(アクエリアス基金) 2008年度研究報告書, p78-84, 2009年 5月

- 6) Tanabe M., Takahashi T. et al.: Effects of rehydration and food consumption on salivary flow, pH and buffering capacity in young adult volunteers during ergometer exercise, *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 10:49(2013)
- 7) Nakano S., Yamanaka T. et al.: Effect of exercise on salivary flow rate and buffering capacity in healthy female and male volunteers, *Int. J. Sports Dent.*, 2: 25-32(2009)
- 8) Nakano S., Yamanaka T. et al.: Changes in salivary flow rate and buffering capacity after treadmill exercise of varied intensity and duration, *Int. J. Sports Dent.*, 3:37-45(2010)
- 9) 上野俊明, 山本(中野) 真帆, 他: 運動負荷に伴う唾液分泌機能低下現象に対する水分補給の効果, *スポーツ歯学* 15: 53-60(2012)
- 10) 中野昭一, 寺尾保: 運動・スポーツと栄養 水と栄養補給の諸問題, *東海大学スポーツ医科学雑誌* 3:12-29(1991)
- 11) 高橋良輔, 宮川達, 他: 陸上競技選手のスポーツ飲料に対する意識調査, *体力科学* (0039-906X) 58巻 6号 Page911(2009.12)
- 12) 山本典子, 深川優子, 他: スポーツ選手, スポーツジム定期利用者のスポーツ飲料水に対する意識調査アンケート, *日本歯科衛生学会雑誌*(1884-5193) 4巻 1号 Page240(2009.08)
- 13) 宮川達, 高橋良輔, 他: 低中強度および高強度の運動習慣者におけるスポーツドリンクに対する意識の比較, *体力科学*(0039-906X) 58巻 6号 Page848(2009.12)
- 14) Heintze U., Birkhed D. et al.: Secretion rate and buffer effect of resting and stimulated whole saliva as a function of age and sex. *Swed. Dent. J.*, 7:227-238(1983)
- 15) 井出吉信, 山田好秋, 他: 最新歯科衛生士教本 歯・口腔の構造と機能—口腔解剖学・口腔組織発生学・口腔生理学, 第1版, p136-142, 医歯薬出版株式会社(2011)
- 16) Peter G.S., Robert W. et al.: Comparative effects of selected non-caffeinated rehydration sports drinks on short-term performance following moderate dehydration. *J. Int. Soc. Sports Nutr.*, 7:28(2010)
- 17) Jeff S.C.: Sports drinks and dental. *Am. J. Dent.*, 18 (2) :101-104(2005)
- 18) Sawka M.N., Burke L.M. et al.: American College of Sports Medicine. Position stand on exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 39:377-390(2007)
- 19) Fox E.L., Bowers R.W. et al.: The Physiological Basis of Physical Education and Athletics. 4th ed. W.C. Brown Publishers, Dubuque, p.470(1989)
- 20) 和久貴洋, 相澤勝治, 他: 熱中症. 小出清一, 福林 徹, 河野一郎(編), *スポーツ指導者のためのスポーツ医学*(改訂第 2版), p153-157, 南江堂, 東京(2009)
- 21) 川原 貴, 森本武利, 他: スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック. 日本体育発行, 2012年 10月 22日. <http://www.japan-sports.or.jp/medicine/tabid/523/Default.aspx>
- 22) 廣瀬弥奈, 福田敦史, 他: チェックバフによる唾液緩衝能検査の変動値および唾液分泌量, 唾液 pH, 緩衝能, リン酸イオン濃度, タンパク濃度の相互関係について, *口腔衛生学会雑誌* 56(3) :220-227(2006)
- 23) 鈴木昭, 南真紀, 他: 唾液の分泌速度, pH, 緩衝能とカルシウム濃度, 無機リン濃度の個人内変動, *小児歯科学雑誌* 42(3) :365-374, 356(2004)
- 24) 野村聡: 唾液緩衝能測定装置 チェックバフ, *Readout*, 29(2004)