北海道体育学研究　56：1－7，2021

総　説

糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関するナラティブ・レビュー

嶋　森　昂　太[1]，藤　江　衣　織[1]，瀧　澤　一　騎[2]，
柴　田　啓　介[1]，山　口　太　一[1]

Effects of carbohydrate mouth rinse on resistance exercise performance: A Narrative review

Kota Shimamori [1]，Iori Fujie [1]，Kazuki Takizawa [2]
Keisuke Shibata [1]，Taichi Yamaguchi [1]

Abstract

[Purpose]　The mouth rinse is a way that rinsing in the mouth and exhaling without drinking. Carbohydrate mouth rinse has been originally established as a pre-exercise nutrition strategy to enhance endurance performance. Recently, some studies have examined the effects of carbohydrate mouth rinse before and during resistance exercise on resistance exercise performances. The purpose of this study was to review studies investigating the effects of carbohydrate mouth rinse before and during resistance exercise on resistance exercise performances.

[Methods]　Original papers were searched according to the following criteria: (1) healthy subjects, (2) utilizing the carbohydrate mouth rinse, and (3) effects on resistance exercise performance were investigated.

[Results]　Ten studies were including based on criteria. In two studies, the carbohydrate mouth rinse before and during resistance exercise session improved the resistance exercise performance compared with placebo mouth rinse using artificial sweeteners. The total volume for multiple resistance exercises was increased by 100 ml of carbohydrate mouth rinses for 10 seconds before and during resistance exercise session. On the other hand, eight studies indicated that resistance exercise performances did not differ between the carbohydrate mouth rinse and an artificial sweetener drink, water mouth rinse or no mouth rinses.

[Conclusion]　The results of this study suggested that multiple resistance exercise performances throughout the session were enhanced by 100 ml of carbohydrate mouth rinses for 10 seconds before and during resistance exercise session.

key words: Strength training, Sports nutrition, Oral receptors

1．酪農学園大学　大学院酪農学研究科　食品栄養科学
〒069-8501　北海道江別市文京台緑町582番
2．身体開発研究機構
〒060-0061　北海道札幌市中央区南１条西５丁目
愛生舘ビル５階

著者連絡先　山口　太一
taichi@rakuno.ac.jp

1．Food and Nutrition Science, Graduate School of Dairy Science, Rakuno Gakuen University
582 Midorimachi, Bunkyodai, Ebetsu, Hokkaido, 069-8501
2．Institute of Physical Development Research
Nishi 5-chome, Minami1-jo, Chuo-ku, Sapporo, Hokkaido, 060-0061

緒　言

糖質溶液マウスリンスは，本来，運動時のエネルギー源の補給を目的に摂取される糖質溶液を，飲むことなく，口腔内をすすぎ，吐き出す行為である．糖質溶液を飲まずに吐き出しても，舌の甘味受容体では糖質の甘みを感受し，その結果，脳の側坐核からのドーパミン分泌を促し，脳の中枢系への刺激により運動中の疲労感の軽減やモチベーション維持につながるとされる（de Ataide e Silva et al., 2013）．加えて，糖質溶液マウスリンスは運動前や運動中の糖質溶液の摂取によって生じる消化器系の不快感を防ぐ観点からも有用性が示唆されている（de Ataide e Silva et al., 2013）．これらの運動中の疲労感の軽減やモチベーション維持の効果，消化器系の不快感を防ぐことがパフォーマンス向上に寄与することを期待し，持久性運動時のスポーツ栄養学的戦略として糖質溶液マウスリンスが利用されている．そして，システマティックレビュー（Brietzke et al., 2019; de Ataide e Silva et al., 2013）によって糖質溶液マウスリンスがプラセボ溶液マウスリンスよりも持久性パフォーマンスの向上に効果的であることが報告されている．

他方，短時間高強度運動であるレジスタンス運動であってもセッションが50分を超える場合には，エネルギー源の補給の観点から運動前や運動中の糖質摂取が重要であると考えられている（Cholewa et al., 2019）．また，レジスタンス運動前や運動中であっても，糖質溶液の摂取によって生じる消化器系の不快感が懸念される．これらのことから，レジスタンス運動前や運動中の糖質溶液マウスリンスが利用されるようになってきた．そして，いくつかの研究によって糖質溶液マウスリンスがレジスタンストレーニングの効果に影響を及ぼす最大反復回数および総挙上重量（Ralston et al., 2017; Schoenfeld et al., 2016）などのレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響についても検討されている．現時点において糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関する知見の方向性を示すことはレジスタンス運動の実践者にとって有益な情報を提供することにつながる．また，これまでの知見を整理することは今後の研究課題を見出す観点でも重要と言える．

そこで本稿では，レジスタンス運動前の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について比較検討した研究を総論することを目的とした．

方　法

文献検索には，検索サイトPubMed，Cochrane，Scopus，Google Scholar，医中誌WebおよびJDreamⅢを利用した．検索語はPubMed，Cochrane，ScopusおよびGoogle Scholarでは「mouth rinse AND resistance exercise」，医中誌WebおよびJDreamⅢでは「マウスリンス AND レジスタンス運動」とした．最終検索日は2021年１月19日であった．さらに，検索された論文の参考文献も確認し，採用基準を満たしたものを追加した．検索結果に基づいて各々の抄録を確認し，以下に示す採用基準を満たしているか否かについて確認を行った．採用基準は，１）健康な被験者を対象としていること，２）糖質溶液マウスリンスを用いていること，３）レジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響を検討していることとした．採用基準の確認は原著論文のみとし，総説は除外した．採用基準を満たしていると考えられたものについては，全文を入手して精読し，内容を確認した．また，糖質溶液マウスリンスにカフェインを併用した研究も散見されたが，カフェインには交感神経活動の亢進による運動パフォーマンスの向上効果が示されていることから今回の総論では採用せずに除外した．

結果および考察

糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究として10編の論文（Bastos-Silva et al., 2019; Black et al., 2018; Clarke et al., 2017; Decimoni et al., 2018; Dunkin and Phillips, 2017; Green et al., in press; Karayiğit et al., in press; Krings et al., 2019; Painelli et al., 2011; Valleser and Rivera, 2020）が採用基準を満たした（表１および表２）．表２の通り，糖質溶液マウスリンス条件の糖質溶液の濃度は論文中に濃度の記載がなかったものを除き，6～18%であった．また，糖質溶液マウスリンス条件に使用された糖質は，マルトデキストリン（Bastos-Silva et al., 2019; Clarke et al., 2017; Decimoni et al., 2018; Dunkin and Phillips, 2017; Green et al., in press; Karayiğit et al., in press），マルトデキストリンとスクラロース（Black et al., 2018），デキストロース（Painelli et al., 2011），グルコースとフルクトース（Krings et al., 2019），および白砂糖（Valleser and Rivera, 2020）であった．プラセボ溶液として，スクラロース，アスパルテームなどの人工甘味料を溶かした溶液（Black et al., 2018; Decimoni et al., 2018; Karayiğit et al., in press; Krings et al., 2019; Painelli et al., 2011; Valleser and Rivera, 2020），人工甘味料を含んだ無糖ジュース（Bastos-Silva et al., 2019），スポーツドリンク（Green et al., in press）が用いられていた．また，マウスリンスを行わないコントロール条件（Bastos-Silva et al., 2019; Clarke et al., 2017; Dunkin and Phillips, 2017; Painelli et al., 2011）や水でマウスリンスを行う条件と糖質溶液マウスリンス条件とを比較した研究（Clarke et al., 2017; Dunkin and Phillips, 2017; Green et al., in press; Valleser and Rivera, 2020）もあった．マウスリンスを口に含む量は25ml（Bastos-Silva et al., 2019; Black et al., 2018; Clarke et al., 2017; Dunkin

表１　糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関する研究の身体所見等のまとめ

文献データ		被験者						前日まであるいは実験当日の制限等	
筆頭著者	年	性別	被験者数	トレーニング経験	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	制限内容	時間やタイミングなど
Bastos-Silva	2019	男	12	2年以上	22.08±1.88	172.75±6.20	76.65±14.07	全ての運動の禁止 アルコール、カフェインの摂取禁止	48時間 48時間
Clarke	2017	男	12	8～12ヶ月	23±3	175.5±7.4	75.4±7.5	絶食 水500ml摂取	11時間（一晩） 60分前
Dunkin	2017	男	12	6ヶ月以上	22±1	179.2±1.8	80.9±6.1	水の摂取 アルコール、カフェインの摂取禁止	90分前 24時間
Black	2018	男女	13 (男=6,女=7)	非鍛錬者	27.0±3.0	168.2±12.2	76.9±15.0	全ての運動の禁止 カフェインの摂取禁止	6時間 12時間
Green	in press	男女	36 (男=18,女=18)	6ヶ月以上	21.5±1.6	172±9	72.8±13.4	絶食、カフェインの摂取禁止 上半身の運動の禁止	12時間 48時間
Painelli	2011	男	12	1～2年	24±3	178.9±7.0	79±8	絶食 全ての運動の禁止	8時間（一晩） 実験期間中
Decimoni	2018	女	15	1～2年	26±4	161.9±5.1	59.5±8.2	絶食	8時間（一晩）
Karayigit	in press	男	15	1年以上	21.6±1.3	181.2±10.0	83.3±14.4	絶食 アルコール、カフェインの摂取禁止 全ての運動の禁止	10時間（一晩） 実験期間中 24時間
Krings	2019	男	17	トレーニング経験者	21±1	177.3±5.2	83.5±9.3	プレワークアウトサプリの禁止 習慣的に使用しているサプリメントの継続	72時間 実験中
Valleser	2020	男	14	平均1.4±0.4年	20.13±0.83	-	-	水分、アルコールの摂取禁止	実験中

表２　糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関する研究のまとめ

筆頭著者	マウスリンス				パフォーマンス			結果
	条件	量	時間	タイミング	運動様式	セット数	指標	
Bastos-Silva	①CHO(6.4%マルトデキストリン) ②PLA（無糖ジュース） ③CON	25ml 25ml	10秒 10秒	運動前	ベンチプレス	1セット 1セット	40%1RMの最大反復回数 40%1RMの総挙上重量	①＞③、①＝②、①＝③
					レッグプレス	1セット 1セット	40%1RMの最大反復回数 40%1RMの総挙上重量	①＝②＝③
Clarke	①CHO(6%マルトデキストリン) ②水 ③CON	25ml 25ml	- -	運動前	ミッドサイプル	1セット	ピーク張力	①＝②＝③
					ベンチプレス スクワット	1セット 1セット	60%1RMの最大反復回数 60%1RMの最大反復回数	①＞②＝③
Dunkin	①CHO(18%マルトデキストリン) ②水 ③CON	25ml 25ml	10秒 10秒	運動前	ベンチプレス	1セット 1セット 1セット	1RM 40%1RMの最大反復回数 40%1RMの総挙上重量	①＝②＝③
Black	①CHO(8%マルトデキストリン+0.2%スクラロース) ②PLA(0.2%スクラロース)	25ml 25ml	20秒 20秒	50%MVCの力発揮で 疲労困憊に至った後	等尺性膝伸展	3セット	MVC	①＝②
Green	①CHO(6.4%マルトデキストリン) ②PLA(0 kcalのスポーツ飲料) ③水	25ml 25ml 25ml	10秒 10秒 10秒	セット間	ベンチプレス	1セット	65%1RMで10回×4セット後の60%1RMの最大反復回数	①＝②＞③
Painelli	①CHO(6.4%デキストロース) ②PLA(アスパルテーム) ③CON	25ml 25ml	10～15秒 10～15秒	セット間	ベンチプレス	1セット	1RM	①＝②＝③
						6セット	70%1RMの最大反復回数	
Decimoni	①CHO(6%マルトデキストリン) ②PLA (アスパルテーム＋サッカリンのノンカロリー濃縮液)	100ml 100ml	10秒 10秒	運動前とベンチプレスの前	ハーフスクワット レッグプレス ベンチプレス ミリタリープレス シーテッドロウ	3セット 3セット 3セット 3セット 3セット	10RMの負荷の総挙上重量	①=②
							全運動様式の総挙上重量	①>②
Karayigit	①CHO(6%マルトデキストリン) ②PLA(スクラロース200mg)	25ml 25ml	10秒 10秒	運動前とセット間に 1分おきに3回	ベンチプレス	1セット 3セット 3セット	1RM 40%1RMの総反復回数 40%1RMの総挙上重量	①＝②
Krings	①CHO (グルコースとフルクトースを2:1で配合した6%溶液) ②PLA(人工甘味料)	25ml 25ml	10秒 10秒	ウォームアップ後と 各運動の最終セットの20秒前	ベンチプレス ベントオーバーローイング インクラインベンチプレス クローズグリップロー	10回×3セット、 4セット目に限界まで	70%1RMの全運動様式の 総反復回数	①＝②
					ハンマーカール スカルクラッシャー	10回×2セット、 3セット目に限界まで		
					腕立て伏せ 懸垂	1セットで限界まで	反復回数	
Valleser	①CHO(白砂糖※) ②PLA(ノンカロリー甘味料) ③水	100ml 100ml 100ml	10秒 10秒 10秒	運動前と3番目の運動の前	デッドリフト スクワット ベンチプレス ミリタリープレス	3セット 3セット 3セット 3セット	10RMの負荷の全運動様式の 総挙上重量	①>②=③

CHO：糖質溶液，PLA：プラセボ溶液，CON：コントロール，MVC：最大随意収縮，1RM：最大挙上重量，※論文に濃度記載無し
斜体はCHO条件がPLA条件よりもレジスタンス運動のパフォーマンスを向上させたことを示している.

and Phillips, 2017; Green et al., in press; Karayiğit et al., in press; Krings et al., 2019; Painelli et al., 2011）あるいは100ml（Decimoni et al., 2018; Valleser and Rivera, 2020）であり，すすぐ時間は10～20秒であった．マウスリンスのタイミングは運動前のみ（Bastos-Silva et al., 2019; Clarke et al., 2017; Dunkin and Phillips, 2017），セット間のみ（Black et al., 2018; Green et al., in press; Painelli et al., 2011），運動前とセット間の双方（Decimoni et al., 2018; Karayiğit et al., in press; Krings et al., 2019; Valleser and Rivera, 2020）であった．また，レジスタンス運動のパフォーマンスの指標は，最大挙上重量（one repetition maximum：1RM）（Dunkin and Phillips, 2017; Karayiğit et al., in press; Painelli et al., 2011），40～70%1RM，10回反復できる負荷（10 repetition maximum：10RM）あるいは自重における最大反復回数（Bastos-Silva et al., 2019; Clarke et al., 2017; Dunkin and Phillips, 2017; Green et al., in press），複数セットの総反復回数（Karayiğit et al., in press; Krings et al., 2019; Painelli et al., 2011），および総挙上重量（Bastos-Silva et al., 2019; Decimoni et al., 2018; Dunkin and Phillips, 2017; Karayiğit et al., in press; Valleser and Rivera, 2020），ミッドサイプルのピーク張力（Clarke

et al., 2017)，最大随意収縮（Maximum Voluntary Contraction: MVC）トルク（Black et al., 2018）であった．以上の実験条件のうち，我々は糖質溶液マウスリンスの実施タイミングに着目し，レジスタンス運動前，レジスタンス運動のセット間，レジスタンス運動前とセット間の双方に知見を分け，以下にそれぞれの傾向と研究課題を示した．なぜなら，糖質を摂取する場合において，レジスタンス運動前にはエネルギー補給，レジスタンス運動のセット間には失ったエネルギーの補給と疲労回復，レジスタンス運動前とセット間の双方の場合にはその両方の目的があり，同様に糖質溶液マウスリンスにおいても実施タイミングの相違によって求められる目的が異なると考えられたからである．なお，糖質溶液を摂取した場合と糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響を比較検討した研究や消化器系の不快感に及ぼす影響を検討した研究は確認されなかった．

１．レジスタンス運動前の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響

レジスタンス運動前の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究では，パフォーマンスへの影響が確認されなかった研究が１編（Dunkin and Phillips, 2017），パフォーマンスの向上が認められた研究が２編（Bastos-Silva et al., 2019; Clarke et al., 2017）あった．レジスタンス運動前の糖質溶液マウスリンスによるパフォーマンスへの影響が確認されなかったDunkin and Phillips（2017）の研究では，18％のマルトデキストリンの糖質溶液マウスリンス条件と水マウスリンス条件およびマウスリンスなしのコントロール条件との間でベンチプレスの1RMおよび40%1RMにおける最大反復回数および総挙上重量に相違が認められなかった．一方，パフォーマンスの向上が確認された２編（Bastos-Silva et al., 2019; Clarke et al., 2017）のうち，Bastos-Silva et al.（2019）の研究では，6.4%のマルトデキストリンの糖質溶液マウスリンス条件がマウスリンスなし条件に比べ，ベンチプレスの40%1RMにおける最大反復回数と総挙上重量の双方で有意に高値を示した．しかしながら，レッグプレスの40%1RMの最大反復回数および総挙上重量には相違が認められなかった．加えて，糖質溶液マウスリンス条件と無糖ジュースでマウスリンスを行ったプラセボ条件との間にはベンチプレスおよびレッグプレスの両パフォーマンスに相違が認められなかった．もう１編のClarke et al.（2017）の研究では，６％のマルトデキストリンの糖質溶液マウスリンス条件が水マウスリンス条件およびマウスリンスなしのコントロール条件の両方と比較し，ベンチプレスおよびスクワットの60%1RMの最大反復回数で有意に高値であった．しかしながら，３条件間でミッドサイプルのピーク張力には相違が認められなかった．レジスタンス運動前の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響については，知見が限られているものの，水マウスリンスやマウスリンスなしのコントロール条件に比べて40～60％1RMのレジスタンス運動における１セットの最大反復回数や総挙上重量を増大させた結果が散見された（Bastos-Silva et al., 2019; Clarke et al., 2017）．しかしながら，筋肥大や筋力向上を目的としてレジスタンス運動を実施する場合は，70%1RM以上の負荷を利用し，複数セット繰り返すことが推奨されている（有賀，2014）．したがって，レジスタンス運動前の糖質溶液マウスリンスが筋肥大や筋力向上を目的としたレジスタンス運動のパフォーマンスに有効か否かについてはパフォーマンスの指標に70%1RM以上の負荷を用い，複数セット繰り返す更なる検証が必要であると考えられる．

２．レジスタンス運動のセット間における糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響

レジスタンス運動のセット間における糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究も計３編（Black et al., 2018; Green et al., in press; Painelli et al., 2011）あった.これらのうち２編（Black et al., 2018; Painelli et al., 2011）では糖質溶液マウスリンスによるレジスタンス運動のパフォーマンスへの影響は確認されず，１編（Green et al., in press）において糖質溶液マウスリンスによるレジスタンス運動のパフォーマンスの向上が認められた．糖質溶液マウスリンスによるレジスタンス運動のパフォーマンス向上が確認されたGreen et al.（in press）の研究では，6.4％のマルトデキストリンの糖質溶液マウスリンス条件において水マウスリンス条件よりも65%1RMで10回×４セットのレジスタンス運動実施後における60%1RMの最大反復回数が有意に高値を示した．しかしながら，Green et al.（in press）の研究では，同じレジスタンス運動のパフォーマンスが０kcalのスポーツドリンクを用いてマウスリンスを行ったプラセボ条件においても水マウスリンス条件よりも高値を示し，糖質溶液マウスリンス条件との間に相違は認められなかった．また，他の２編（Black et al., 2018; Painelli et al., 2011）においても糖質溶液マウスリンス条件と甘味料含有溶液を用いたマウスリンスのプラセボ条件との間でレジスタンス運動のパフォーマンスに相違は認められていない．Blackらの研究（2018）では，８％のマルトデキストリンと0.2％のスクラロースの混合溶液を用いた糖質溶液マウスリンス条件と0.2％のスクラロースのみの溶液のマウスリンスのプラセボ条件との間で等尺性膝伸展のMVC時の筋力に相違がなかった．また，Painelli et al.（2011）は6.4％のデキストロース溶液を用いた糖質溶液マウスリンス条件とアスパルテーム溶液でマウスリンス

を行ったプラセボ条件，マウスリンスなしのコントロール条件との間で，ベンチプレスの1RMおよび70％1RMにおける最大反復回数に相違が認められなかった．レジスタンス運動のセット間の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究では，筋肥大を目的としたレジスタンス運動に必要とされる70％1RMにおける複数セットの最大反復回数に対する影響について検討されている（Painelli et al., 2011）点や筋力向上に有効な複数セットのMVCトルク発揮に対する影響が検討されている（Black et al., 2018）点では，レジスタンス運動前の検討に比べてトレーニング現場に還元可能な検討がされていると言える．しかしながら，甘味料含有溶液や０kcalのスポーツドリンクでマウスリンスを行ったプラセボ条件と糖質溶液マウスリンス条件との間でレジスタンス運動のパフォーマンスに相違がなかったことから，糖質溶液でなくとも，甘味料を含む溶液で甘みを感じるか否かがレジスタンス運動のパフォーマンスに影響を及ぼす可能性も考えられた．なお，レジスタンス運動前の研究同様，レジスタンス運動のセット間の研究も知見数が限られている点は検討課題として挙げられる．

３．レジスタンス運動前とセット間の双方における糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響

レジスタンス運動前とセット間の双方における糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響について検討した研究では，パフォーマンスへの影響が確認されなかった研究が２編（Karayiğit et al., in press; Krings et al., 2019），パフォーマンスの向上が認められた研究が２編（Decimoni et al., 2018; Valleser and Rivera, 2020）あった．特筆すべき点として，パフォーマンスへの影響が認められなかった研究（Karayiğit et al., in press; Krings et al., 2019）では，マウスリンスの量がいずれも25mlであったのに対し，パフォーマンスの向上が認められた研究（Decimoni et al., 2018; Valleser and Rivera, 2020）ではどちらも100mlであり，セッションにおける全レジスタンス運動の前とセッションのほぼ中盤にマウスリンスが実施されていた．また，パフォーマンスの向上が認められたいずれの研究（Decimoni et al., 2018; Valleser and Rivera, 2020）も10RMの負荷を用いたパフォーマンス評価がなされており，各レジスタンス運動における総挙上重量ではなく，セッション全体におけるすべてのレジスタンス運動の合計の総挙上重量が糖質溶液マウスリンス条件で甘味料のノンカロリー溶液を用いてマウスリンスを行ったプラセボ条件あるいは水マウスリンス条件に比べ有意に高値となった．Decimoni et al.（2018）の研究では，６％のマルトデキストリンを用いた糖質溶液マウスリンスがアスパルテームとサッカリンを用いたノンカロリー溶液のマウスリンスに比較し，10RMで実施したハーフスクワット，レッグプレス，ベンチプレス，ミリタリープレスおよびシーテッドロウのすべての運動の合計の総挙上重量が高値を示した．また，Valleser and Rivera（2020）は，白砂糖の糖質溶液マウスリンスがノンカロリー甘味料による溶液と水を用いたマウスリンスと比較し，10RMで実施したデッドリフト，スクワット，ベンチプレスおよびミリタリープレスの全運動の合計の総挙上重量が高値となったことを明らかにしている．レジスタンス運動前のみ（Bastos-Silva et al., 2019），そして，セット間のみ（Green et al., in press）の糖質溶液マウスリンスによるレジスタンス運動のパフォーマンス向上を確認した研究では，水マウスリンスやマウスリンスなしの条件よりも糖質溶液マウスリンス条件がレジスタンス運動のパフォーマンスを向上させたことが示されていたが，無糖ジュースや０kcalのスポーツ飲料を用いたマウスリンス条件との間には相違が認められなかった．レジスタンス運動前ならびにセット間の双方において比較的多量（100ml）の糖質溶液でマウスリンスをすることは，甘味料の甘みによるプラセボ効果ではなく，糖質の効果により各レジスタンス運動のパフォーマンスを僅かずつ向上させ，セッション全体における全レジスタンス運動の総合的なパフォーマンスを向上させることが示唆される．10RMの負荷はレジスタンス運動で利用される一般的な負荷であり，複数セットへの影響が検討されていることからも，これらの研究（Decimoni et al., 2018; Valleser and Rivera, 2020）の結果はレジスタンス運動の現場に還元可能な有用な知見であると言えよう．今後は，レジスタンス運動前ならびにセット間の双方の糖質溶液マウスリンスの効果に関して，セッションにおける全レジスタンス運動のパフォーマンス向上に最適な糖質溶液の量やタイミングについてさらに詳細に検討する必要があると考えられる．なお，レジスタンス運動前およびセット間の研究同様，レジスタンス運動前とセット間の双方の研究も知見数が限られていることは検討課題である．

４．総合考察および今後の研究課題

運動前のみ（Bastos-Silva et al., 2019; Clarke et al., 2017; Dunkin and Phillips, 2017），セット間のみ（Black et al., 2018; Green et al., in press; Painelli et al., 2011），そして運動前とセット間の双方（Decimoni et al., 2018; Karayiğit et al., in press; Krings et al., 2019; Valleser and Rivera, 2020）の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関する研究は，計10編のみと限られていたことからさらに多くの知見の蓄積が必要である．

また，上述の通り，運動前の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響については，筋肥大や筋力向上を目的に利用されているレジスタンス運動への影響を検討するため，70%1RM以上の

負荷を用いた複数セットのパフォーマンスの指標に対する再検討が必要と考えられる．一方，セット間の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響についての研究結果を概観したところ，単一のレジスタンス運動のパフォーマンスに甘みが影響を及ぼす可能性が考えられた．しかしながら，レジスタンス運動前とセット間の双方における糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスを向上させた研究（Decimoni et al., 2018; Valleser and Rivera, 2020）のようにセット間の糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響においても100mlの糖質溶液マウスリンスを用いた場合の検討やセッション全体における全レジスタンス運動の総合的なパフォーマンスに及ぼす影響を検討することも課題として残されている．

加えて，そもそも運動前のみ，セット間のみ，そして運動前とセット間の双方の糖質溶液マウスリンスの影響について，糖質溶液を摂取した場合と糖質溶液マウスリンスを実施した場合の間でレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響の比較や消化器系の不快感に及ぼす影響は検討されていなかった．よって，レジスタンス運動の実施者に対し，レジスタンス運動のパフォーマンス向上に有効な糖質溶液マウスリンスの実施方法を明確に示すには更に多くの検討が必要であると考えられる．

結　論

本研究では糖質溶液マウスリンスがレジスタンス運動のパフォーマンスに及ぼす影響に関し，計10編の論文について総論した．その結果，現在のところ，レジスタンス運動のパフォーマンスを高めるための糖質溶液マウスリンスの活用については，複数のレジスタンス運動を行うセッションにおいて，運動前と中盤に100mlの糖質溶液マウスリンスを10秒間行うことがセッション全体のレジスタンス運動の総合的なパフォーマンスの向上に有効であることが示されていた．

参考文献

Bastos-Silva, V.J., Prestes, J., and Geraldes, A.A.R.（2019）Effect of carbohydrate mouth rinse on training load volume in resistance exercises. J. Strength Cond. Res. 33（6）：1653-1657.

Black, C.D., Schubert, D.J., Szczyglowski, M.K., and Wren, J.D.（2018）Carbohydrate mouth rinsing does not prevent the decline in maximal strength after fatiguing Exercise. J. Strength Cond. Res., 32（9）：2466-2473.

Brietzke, C., Franco-Alvarenga, P.E., Coelho-Júnior, H.J., Silveira, R., Asano, R.Y., Pires, F.O.（2019）Effects of carbohydrate mouth rinse on cycling time trial performance: A systematic review and meta-analysis. Sports Med., 49（1）：57-66.

Cholewa, J.M., Newmire, D.E., Zanchi N.E..（2019）Carbohydrate restriction: Friend or foe of resistance-based exercise performance? Nutrition, 60：136-146.

Clarke, N.D, Hammond, S., Kornilios, E., and Mundy, P.D.（2017）Carbohydrate mouth rinse improves morning high-intensity exercise performance. Eur. J. Sport Sci., 17（8）：955-963.

de Ataide e Silva, T., Di Cavalcanti Alves de Souza, M.E., de Amorim, J.F., Stathis, C.G., Leandro, C,G., Lima-Silva, AE.（2013）Can carbohydrate mouth rinse improve performance during exercise? A systematic review. Nutrients, 6（1）：1-10.

Decimoni, L.S., Curty, V.M., Almeida, L., Koch, A., Willardson, J.M., and Machado, M.（2018）Carbohydrate mouth rinsing improves resistance training session performance. Int. J. Sports Sci. Coach, 13（5）：804-809.

Dunkin, J.E., and Phillips, S.M.（2017）The effect of a carbohydrate mouth rinse on upper-body muscular strength and endurance. J. Strength Cond. Res., 31（7）：1948-1953.

Green, M.S., Kimmel, C.S., Martin, T.D., Mouser, J.G., and Brune, M.P.（in press）Effect of carbohydrate mouth rinse on resistance exercise performance. J Strength Cond Res.

Karayiğit, R., Sari, C., Yıldırım, U.C., Gurkan, O., Eser, M.C., Boz, H.K., and Bayrakdar, A.（in press）The effects of carbohydrate mouth rinsing on upper body strength and muscular endurance performance. Progr. Nutr. 23（2）.

Krings, B.M., Shepherd, B.D., Waldman, H.S., McAllister, M.J., and Smith, J.W.（2019）Effects of carbohydrate mouth rinsing on upper body resistance exercise performance. Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab., 30（1）：42-47.

有賀誠司（2014）筋力トレーニングのプログラム作成．日本トレーニング指導者協会編著，トレーニング指導者テキスト［実践編］．大修館書店：東京，pp. 42-43.

Painelli, V.S., Roschel, H., Gualano, B., Del-Favero, S., Benatti, F.B, Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., and Lancha, A.H. Jr.（2011）The effect of carbohydrate mouth rinse on maximal strength and strength endurance. Eur. J. Appl. Physiol., 111（9）：2381-2386.

Ralston, G.W., Kilgore, L., Wyatt, F.B., and Baker, J.S.（2017）The effect of weekly set volume on strength gain: A meta-analysis. Sports Med., 47

(12)：2585-2601.

Schoenfeld, B.J., Ogborn, D.I., and Krieger, J. (2016) Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. J. Sports Sci., 35 (11)：1-10.

Valleser, C.W.M, and Rivera, A.G. (2020) Effect of carbohydrate mouth rinse on resistance training performance in trained men. Turk. J. Kinesiol., 6 (2)：55-59.

〔令和３年３月30日　受付
令和３年７月９日　受理〕