

203M01 池田 香代
指導教員 岡村 浩嗣

キーワード：味覚、ショ糖、運動、ラット

I. 緒言

スポーツドリンクは、運動時に発汗で失われた水分と電解質、そしてエネルギー源である糖質を適切に補給できるよう成分設計されている。しかし、スポーツの現場では、スポーツドリンクは「甘すぎる」などの理由で、水で2~3倍に希釈して飲用されている例が少なくない。このことはスポーツドリンクに含まれている糖質が、嗜好面からは多すぎる可能性のあることを示唆しているものと考えられる。我々はヒトを対象とした研究で、甘味閾値が運動後に低下することを観察している。これは、運動後に甘味に対して敏感になるなど、甘味に対する味覚が変化することを示唆しており、スポーツドリンクが希釈して飲用されていることに関係していることが推察される。そこで本研究では、ラットを用いて、運動の甘味嗜好に対する影響と、その嗜好の変化が運動後の体水分やグリコーゲンの回復過程に及ぼす影響を検討した。

II. 方法

<実験 I >

SD系雄ラット10匹を対象とし、9:00-21:00を暗期とする12時間の明暗サイクル下で個別飼育した。各ケージに給水瓶を2本ずつセットし、一方は蒸留水、他方はショ糖溶液として自由に選択飲用させて飲水量を測定した。ショ糖溶液の濃度は、事前に測定したラットの甘味閾値濃度(0.4%)と、通常ラットが非常に好む濃度(4%)とした。実験当日(Ex)は、速度30m/分で2時間(13:00-15:00)のトレッドミル走行の後から6時間(15:00-21:00)、蒸留水とショ糖溶液の飲用量を2時間ごとに測定した。蒸留水とショ糖溶液の飲用量は、運動を負荷しない実験の前日(Pre)と翌日(Post)にも同様に測定した。前日と翌日の13:00-15:00は給水せず、当日の条件と合わせて行った。飼料は市販粉末飼料を行い、9:00-10:00に10g、21:00-22:00に15g給餌した。

<実験 II >

SD系雄ラット40匹を対象とし、ショ糖溶液の濃度が、0.4%、2%、4%、8%の各10匹ずつ4群に分け、運動の前日(Pre)と当日(Post)に実験Iと同様の方法でショ糖溶液と水道水の飲用量を測定した。運動当日は運動終了後6時間、それぞれの飲料を与えた後に屠殺し、採血後に肝臓、胃、小腸、ヒラメ筋、腓腹筋を採取した。採血後すみやか

にヘマトクリット値を測定し、遠心分離後の血清はグルコース濃度を測定した。各組織は重量、水分量及びグリコーゲン含量を測定した。胃と小腸は、それぞれの両端を結紮して内容物を保持した状態で採取し、内容物の重量を測定した。

統計処理は、Wilcoxonの符号付順位検定あるいは、Kruskal-Wallis検定及びFisher's PLSDの多重比較検定を行った。危険率5%以下を統計学的に有意とした。

III. 結果

<実験 I >

運動後6時間のショ糖溶液の飲用量は、0.4%では運動前後で差はなかったが、運動前に非常に好んだ4%では運動後、有意に減少した(Pre 96.2(SD 23.3), Ex 52.2 (30.2), Post 48.5 (47.1) g/6h, P < 0.01)。

<実験 II >

運動前後のショ糖溶液飲用量は、0.4%(Pre 8.6(4.5), Post 9.5 (3.6) g/6h)と8%(Pre 68.6 (19.6), Post 68.3 (24.4) g/6h)では差はなかったが、2%(Pre 41.4 (21.2), Post 32.3 (14.3) g/6h, P < 0.05)と4%(Pre 84.7 (18.0), Post 65.8 (20.1) g/6h, P < 0.05)では、運動後に有意に減少した(図1)。

体重は運動後に減少傾向にあったが、6時間の飲用後に4%群と8%群では運動前の体重に回復したのに対し、0.4%群と2%群では回復しなかった。

組織重量と組織水分量は、肝臓では8%群が他の3群に対し有意に高く、胃では4%群と8%群が0.4%群と2%群よりも有意に高かった。その他の組織の重量や水分量は群間に有意差は認められなかった。

直腸温は運動後に上昇したが、6時間後には0.4%群、2%群、4%群では運動前の値へ低下したのに対して、8%群では低下しなかった。

胃及び小腸の内容物量は、胃では8%群が他の3群に対し有意に多く、小腸では8%群が0.4%群と2%群に対し有意に多かった。胃と小腸の総内容物量は8%群が他の3群に対し有意に多かった。

血清グルコース濃度には群間に有意差は認められなかった。

組織グリコーゲン含量は肝臓、ヒラメ筋、腓腹筋のいずれも8%群が他の3群より有意に高かった。

IV. 考察

我々は以前に、体育系大学の学生を対象に、スポーツドリンクを希釈して飲用するかどうかを尋ねたところ、2人に1人が希釈して飲用するという回答を得た。また、糖質濃度6%のスポーツドリンクについて運動前、運動中、運動後で甘味を「甘すぎる」「ちょうどよい」「甘味が足りない」のうちでどのように感じるかアンケート調査を行った結果、運動前には「ちょうどよい」という割合が最も高かったが、運動中、運動後には減少し、「甘すぎる」という回答が運動前より運動中、運動後で増加した。これらは運動によって甘味に対する味覚が一過性に変化することを示唆している。

そこで本研究の実験Ⅰでは、運動で甘味嗜好が変わるかどうかラットで検討した。その結果、0.4%の飲用量に運動による変化は見られなかつたが、4%で運動後、有意に減少した。少なくとも非運動時に非常に好んで多量に飲用していた4%を、運動後に飲まなくなつたことから、ラットの甘味に対する嗜好は運動後変化する可能性が示唆された。4%の飲用量は運動後に減少したのに対し、0.4%では運動前後で違いが見られなかつたことから、運動後に好む糖濃度が0.4%と4%の間に存在する可能性が考えられた。

そこで、実験Ⅱで、4%よりも低濃度の2%と、反対に高濃度である8%を加え、運動後の甘味嗜好の変化を検討した。その結果、2%の飲用量は運動後減少したのに対して、8%の飲用量は運動前後で変わらなかつた。これは運動後に低濃度の糖質溶液を好んで大量に飲用し、高濃度では大幅に減少するであろうという予測とは異なつた。

また、実験Ⅱでは、甘味嗜好の変化に伴う水とショ糖溶液の飲用量の変化が運動後の体水分や組織グリコーゲンの回復に及ぼす影響についても検討した。その結果、組織水分量及びグリコーゲン含量において8%を飲用した群が最も高い値を示したことから、8%が他の濃度よりも効果的なことが示された。8%を飲用したラットでは、糖質の摂取量も多かつたことが肝臓のグリコーゲン量を増大させたと考えられる。グリコーゲンは水を伴って組織に蓄積するので、8%群では肝臓の水分量も高まつたものと推察される。胃や小腸内の内容物量が8%群で最も高かつたことには、他の溶液よりも大量に飲用していたことに、糖濃度が高い溶液ほど胃での滞留時間が長いことが影響していると考えられる。また、屠殺時の8%群の体重は226gで他の群よりも約9g高かつた。ラットの体重には、胃及び小腸内の吸収されていない溶液も含まれていることから、8%群と他の群との筋肉や内臓の組織中の水分量の差は群間の体重差ほど大きくないと言える。

本研究では、運動で甘味に対する嗜好が変化することが示唆されたが、低濃度の糖質溶液の飲

用量は減少し高濃度の糖質溶液の飲用量は減少せず変わらなかつたことから、運動による甘味嗜好の変化は甘みの強さによって異なることが示唆された。このような変化を引き起こすメカニズムについては未知の部分が多い。本研究では運動後の飲用量を検討したが、運動中に好む溶液と運動後数時間経過した後の安静状態で好む溶液とに違いがある可能性が考えられる。先行研究の運動後の甘味閾値の低下が、スポーツドリンクが希釈して飲用されることと関係があるのではと考えたが、本研究では6時間後で閾値がすでに戻っていたために高糖質の溶液を好んだのかもしれない。運動中の味覚の変化と甘味嗜好との関係は今後検討していくべき課題である。

V. まとめ

本研究よりラットでは、運動前に最も好んだ4%のショ糖溶液の飲用量が運動後に減少したことから、運動で甘味に対する嗜好が変化することが示唆された。しかし2%と4%の飲用量が運動後減少したのに対し、8%の飲用量は運動前後変わらなかつた。スポーツドリンクが希釈して飲用されていることを背景に、運動後は低濃度の糖質溶液を好んで大量に飲用するであろうという予測とは反対に、低濃度の糖質溶液の飲用量は減少し、高濃度の糖質溶液の飲用量は減少せず変わらなかつたことから、運動による甘味嗜好の変化は、甘みの強さによって異なることが示唆された。また、運動後の水分及びグリコーゲンの回復は、8%ショ糖溶液が最も良好であることが示唆された。

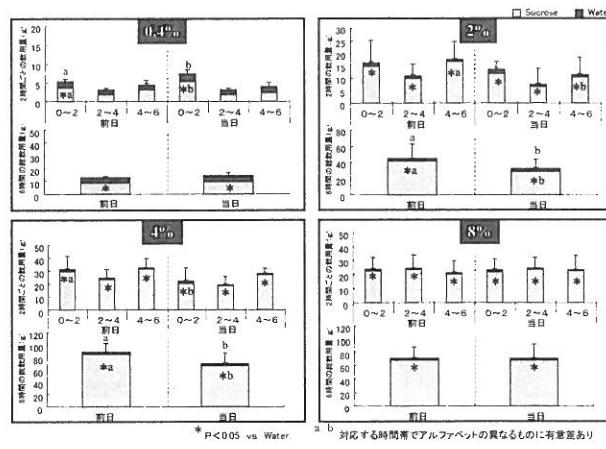


図1. ショ糖溶液及び水道水飲用量（実験Ⅱ）