

205-M16 氏名 長谷川 尋之
指導教員名 岡村 浩嗣

キーワード:水分補給 糖質補給 甘味嗜好性

【目的】運動は安静時に比べて多くのエネルギーが必要となり、エネルギー源として血中のグルコースや筋肉や肝臓に含まれるグリコーゲンを消費する。そのため運動中の飲料には、糖質を含んだものが望ましいとされている。また、発生したエネルギーの多くは熱となり体温を上昇させる。この体温上昇を一定の範囲内で抑えるために、生体は発汗などにより体温調節を行う。しかし、発汗のような脱水は同時に組織の水分を放出し、様々な生理的変化を起こし、時には身体に危険性をもたらすことがある。そのような生理的変化は、運動中に糖質を含むようなスポーツドリンクの自発的飲用量に影響を及ぼすことが推測される。

そこで、本研究では、濃度の異なるショ糖溶液を用いて、運動時の自発的飲用量の測定をするとともに、体水分量、体温、組織グリコーゲン量及び血清グルコース濃度などの生理状態についてラットを用いて検討した。

【方法】4週齢のSD系雄ラット30匹を用い、9:00-21:00を暗期とする明暗サイクル下で個別ケージにて飼育した。1週間の予備飼育の後、9:00-10:00、21:00-22:00の2食制、水とショ糖溶液の選択自由飲用ができるように2瓶選択法、トレッドミル走行運動に馴化させた。ラットは飲用するショ糖溶液の濃度の違いにより2%、4%、8%で10匹ずつ3群に分けた。

運動の前日には安静状態の飲用量を測定するために運動の当日と同じ時間帯で飲用量の測定を行った。運動の当日は、9:00-10:00に給餌した後、13:00から1セット目の運動を開始した。運動はトレッドミルを用いて30m/分で30分4セット行った。それぞれのセット間及び4セット後に10分間の休息を与え、休息時には水とそれぞれのショ糖溶液を飲用させた。飲用量は、飲用前と飲用後の給水瓶の重量の差より求めた。さらに、運動の当日には運動前及びそれぞれの休息の開始時と終了時に直腸温を測定した。運動前と運動終了直後には、体重を測定した後に尾静脈より採血しヘマトクリット値を測定後、血清グルコース濃度を測定した。4セット目の休息が終了した後、ラットは

屠殺・解剖を行い、胃、小腸、肝臓、ヒラメ筋を採取し、肝臓、ヒラメ筋のグリコーゲン含量及び組織水分量を測定した。

データは、平均値(標準偏差)で示した。t検定あるいは一元配置分散分析で群間の差を確認後にTukey-Kramer法で多重比較検定を行った。危険率5%以下を統計学的有意とした。

【結果】運動日のショ糖溶液の飲用量は2%群が他の2群よりも少なく、8%群と2%群で運動日前日に比べ有意に減少したが、4%群では変化しなかった(Fig.1)。ショ糖溶液の総飲用量に対する飲用割合は、2%群と8%群で運動日に有意に減少したが、4%群では有意な変化はなかった。組織グリコーゲン量は、ヒラメ筋では8%群で2%群よりも有意に高値であったが、肝臓では群間で有意な差がなく、ショ糖溶液の濃度に比例していた(Fig.2)。血清グルコース濃度は、8%群では運動前後で変化しなかったが、2%群と4%群では運動後に低下した(Fig.3)。体重とヘマトクリット値は群間に差がなく、運動後に全ての群で低下した(Table1)。肝臓、胃、小腸、ヒラメ筋の運動後の組織水分量及び直腸温は群間で差がなかった。血清ナトリウムは正常範囲にあり、群間に差はなかった。

【考察】水とショ糖溶液の総飲用量は2%群と8%群で前日に比べ当日で減少し、4%群でも前日に比べ当日で減少傾向を示した。同様にショ糖溶液のみについても2%群と8%群では当日で前日に比べ有意に減少し、4%群は当日で前日に比べ減少傾向を示した。しかし、水の飲用量は、3群とも当日と前日で変化しなかった。これらの結果より運動中から甘味嗜好性の変化が示唆された。ショ糖溶液の飲用量の減少が総飲用量の減少を引き起こしており、総飲用量に対するショ糖溶液の割合でも2%群、8%群では前日より当日にショ糖溶液の飲用割合が減少した。

全ての群で運動後に体重が減少したが、運動前後の体重は群間で差は認められなかった。また、組織重量及び組織水分量も体重の結果と同様に

群間に差がなかったことから、脱水状態には、飲料による差は認められなかった。本研究では運動後に体重の約4~5%の体重減少が起こっており、重度の脱水状態であると推察される。

本研究では脱水状態について血液のヘマトクリット値からも検討した。ヘマトクリット値は、全ての群において運動前に比べ低下していた。本研究では、血清ナトリウム濃度が正常範囲にあり、血液の浸透圧は等張であったと考えられ赤血球の萎縮や膨化による破壊はなかったと考えられる。また、採血や臨床検査時に溶血が観察されていないため、運動前に比べ血中の水分量が増加したと推察される。すなわち、摂取したショ糖溶液や水は胃から腸へ移送された後、血中までは吸収されていたことが考えられる。さらに、本研究では休息後速やかに屠殺したため、組織まで水分が行き届かなかつたのかもしれない。その結果、組織から放出された水分と飲料により吸収した水分が血中に留まりヘマトクリット値を減少させた可能性が考えられる。

一方、本研究では糖質の摂取量に顕著な差が認められた。運動前の血清グルコース濃度は、3群において差が認められなかつたのに対し、運動後の血清グルコース濃度では2%群が4%群、8%群に比べ低い値を示した。また8%群が運動前後で血清グルコース濃度が変化しなかつたのに対して、2%群、4%群は運動後で運動前に比べ低下を示した。組織グリコーゲンについては、肝臓、ヒラメ筋のグリコーゲンとともに溶液のショ糖濃度に比例して血中グルコースの値と同様に2%群で最も低い値を示した。運動時には多くのエネルギーが必要となり血中のグルコースは代謝が早く運動の早期段階のエネルギー源となる。しかし、体内に貯蔵される糖質には限りがあり、それを補うために運動中の水分補給には糖質を含んだスポーツドリンクが利用される。本研究では、高濃度のショ糖溶液を飲んだ群ほど糖質の摂取量も多く、糖質エネルギー量の維持に顕著な差が認められたと考えられる。運動によって甘味に対する嗜好性が増すという研究結果もあり、ラットやヒトには生理状態を維持するため、消費した糖質エネルギーを補うために運動中や運動後の甘味嗜好性が高まると考えられる。

本研究では、水よりショ糖溶液を多く飲用していることでは以前の研究と一致しているが、運動の前日より当日の総飲用量は減少していた。主

な減少はショ糖溶液からであるが、現時点で減少の詳細な理由は不明である。しかし、運動を行うことで体温が上昇するなど生理状態に変化があり、少なからず消化器系や摂食中枢にも影響があつたことが考えられる。また、甘味物質は飲料の温度や体温により影響を受けると報告もあり、本研究で用いた飲料は室温であったため甘味を強く感じ、さらに運動で体温が上昇し甘味を強く感じ、運動の当日で前日に比べ飲用量が減少したのかもしれない。

【結論】 検討した飲用量には差は認められたが、全ての群で脱水状態が観察されており、運動中には十分な水分補給を行う必要性が示唆された。しかし、エネルギー面では高濃度のショ糖溶液において良好な結果が認められており、スポーツドリンクを希釈せずに飲むことが血糖値の低下を防ぐことに有効な手段であると示唆された。

Fig.1 Total fluid intake

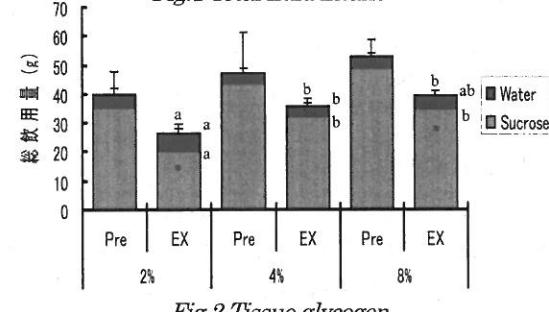


Fig.2 Tissue glycogen

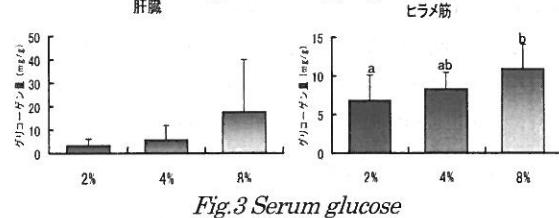


Fig.3 Serum glucose

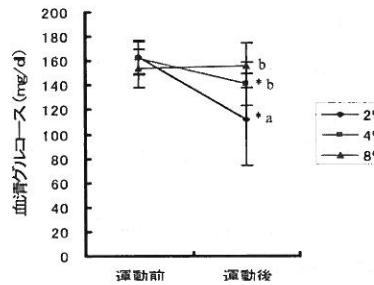


Table 1 Body mass and tail-vein hematocrit

	Body mass(g)		tail-vein Ht	
	pre	post	pre	post
2%	236.2 (13.8)	224.0 (12.5)	47.1 (1.9)	42.6 (1.2)
4%	238.3 (14.7)	227.2 (15.8)	46.5 (1.7)	43.0 (1.5)
8%	234.1 (11.6)	224.0 (11.3)	45.9 (1.5)	42.2 (1.6)