



社论:主动肌肉和肌肉肌腱复合体的拉伸-缩短周期:什么、为什么以及如何提高肌肉性能?

沃尔夫冈·赛贝尔^{1*}, 丹尼尔·哈恩^{2,3}, 杰弗里·A·鲍尔⁴, 贾里德·R·弗莱彻⁵ 和 托比亚斯·西伯特^{6,7}

¹ 人体运动科学, 人类科学系, 慕尼黑黑联邦国防军大学, 纽比贝格德国,

² 人体运动科学, 运动科学学院, 波鸿鲁尔大学, 波鸿德国,

运动与营养科学, 昆士兰大学, 澳大利亚昆士兰州布里斯班,

生物科学学院人类健康与营养科学系研究室

圭尔夫, 圭尔夫, ON, 加拿大, ⁵ 皇家山大学健康与体育系, 加拿大艾伯塔省卡尔加里,

⁶ 运动与运动科学系, 斯图加特大学, 斯图加特德国,

斯图加特大学, 斯图加特, 德国

³ 人类学院

⁴ 神经力学性能

⁷ 模拟科学中心,

关键词: 离心收缩、被动弹性性能、牵张反射、性能增强、历史依赖性、增强式训练

研究课题社论

OPEN ACCESS

编辑及审阅者:

朱塞佩·德安东尼,
意大利帕维亚大学

*通讯员: 沃尔夫冈·赛贝尔

Wolfgang.seiberl@unibw.de

专业科室:

本文已提交至

运动生理学, 该杂志的一个

部分

生理学前沿

收件日期: 2021 年 4 月 9 日

接受日期: 2021 年 4 月 19 日

发布日期: 2021 年 5 月 20 日

引用:

塞伯尔 W, 哈恩 D, Power GA, 弗莱彻 JR 和西伯特 T (2021)

社论: 拉伸缩短

活跃肌肉的循环和
肌肉肌腱复合体: 什么、为什么
以及它如何增加肌肉

表现?

正面. 生理学. 12:693141. doi:

10.3389/fphys.2021.693141

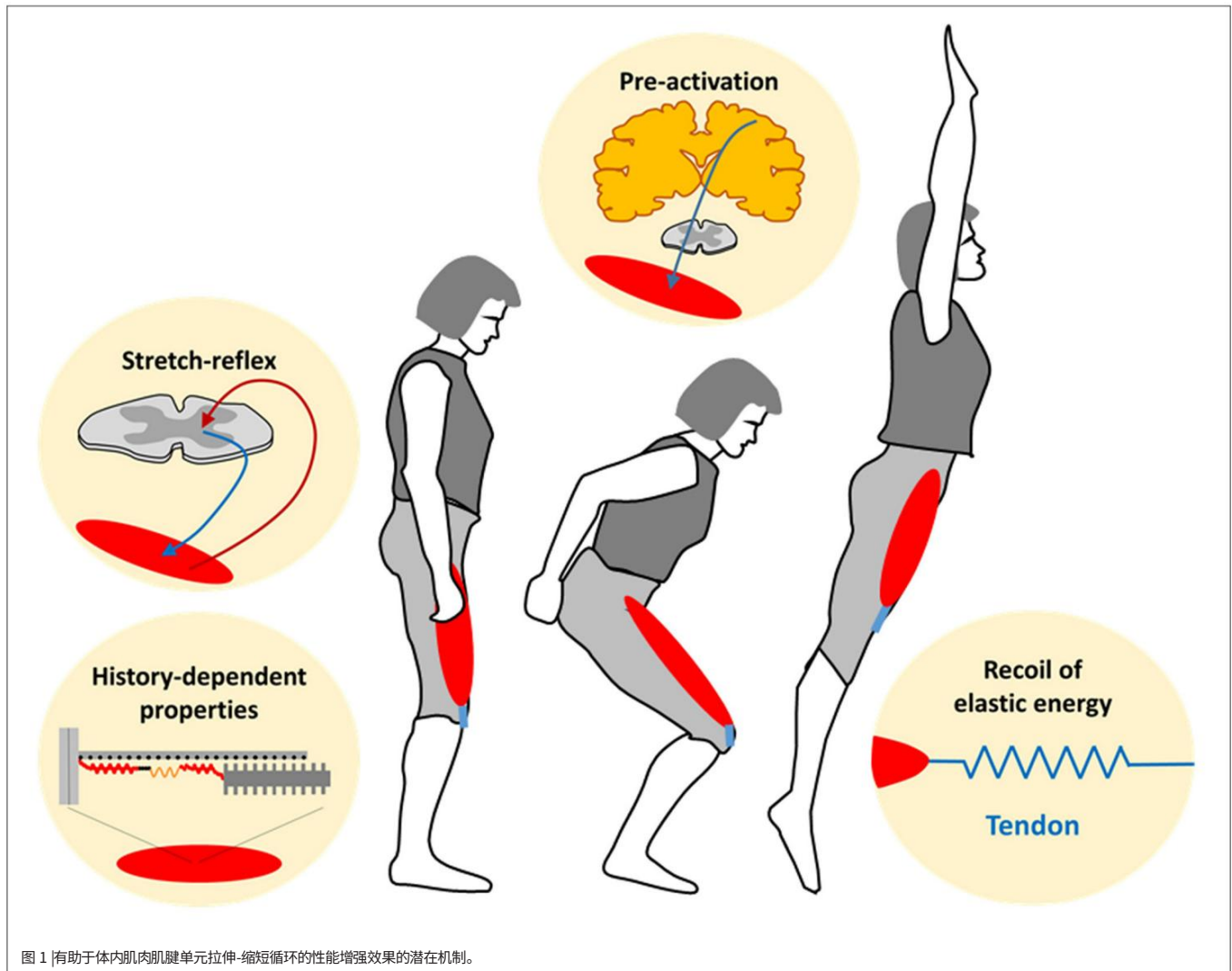
活跃肌肉和肌肉肌腱复合体的拉伸-缩短周期: 什么、为什么以及如何提高肌肉性能?

介绍

在拉伸-缩短周期 (SSC) 中, 肌肉首先主动拉伸, 然后再主动缩短 (Cavanagh 和 Komi, 1979)。有趣的是, 与没有进行主动拉伸的缩短阶段相比, SSC 缩短阶段的力、功和功率输出有所增强 (Cavagna 等, 1965)。从那时起, SSC 效应一直让研究人员着迷, 并且 SSC 效应背后的几种机制已经被考虑。这些机制包括神经肌肉预激活、牵张反射贡献和肌腱中存储的弹性能量的反冲 (van Schenau et al., 1997)。此外, 有人建议, 在初始拉伸之后, 在 SSC 缩短期间, 肌节水平的力会产生增强 (Cavagna 等人, 1968)。虽然这种力量增强机制尚未得到太多认可, 但最近它被重新审视并与肌肉的塑性历史依赖性特性联系起来 (Seiberl 等人, 2015)。从那时起, 一系列新的 SSC 研究重点关注拉伸诱导力增强的历史依赖性特性, 为其在 SSC 中的相关性提供了强有力的支持。因此, 本研究主题的目的是重新引发关于促进 SSC 效应的机制 (图 1) 以及 SSC 与运动和训练的相关性的整体辩论。

SSC 的契约机制

本研究主题中的四篇论文重点关注可能有助于 SSC 效应的潜在收缩机制。托马尔卡等人。(a) 使用带皮单纤维制剂来表明部分 SSC 效应是基于肌节的。通过使用跨桥抑制剂, 他们的数据表明



非跨桥粘弹性元件有助于 SSC 效应。这一建议得到了 Hessel 等人的进一步支持。他们在研究中还使用了去皮肤纤维抑制剂和肌球蛋白抑制剂,以及来自 mdm 小鼠的全肌肉抑制剂,这些小鼠的肌动蛋白 N2A 区域有一小部分缺失。根据两篇论文的综合结果,巨大的弹簧状蛋白肌联似乎有助于 SSC 效应。

在他们的第二项研究中, Tomalka 等人。(b) 显示带皮纤维中的 SSC 效应随着 SSC 速度的增加而增加。这再次表明非跨桥结构对 SSC 效应的贡献,这可能可以通过结构蛋白肌联蛋白的粘弹性特性来解释。Joumaa 等人的第四项研究使用了皮纤维。研究了 SSC 和相同速度和幅度的缩短收缩后产生力量的能量成本。虽然他们的数据支持历史依赖性肌肉特性对 SSC 效应的贡献 (Seiberl 等人, 2015), 但与没有事先拉伸的缩短相比,在 SSC 后的等长稳态期间,每单位力的能量成本没有不同。

朱玛等人。表明在 SSC 后观察到的总力的增加是随着附着的横桥和 titin 刚度比例的增加而实现的。由于他们的数据主要涉及 SSC 后的稳态,因此尚未得出关于 SSC 期间代谢成本的结论。

体内人类 SSC

本研究主题中的另外四项研究重点关注人体内肌肉的 SSC。与上述体外研究类似, Groeber 等人。研究了肌肉的历史依赖性特性是否有助于人类股四头肌的 SSC 效应。对于激活水平范围为 20% 至 100% 的电激活和自主激活收缩,他们观察到一致的 SSC 效应。与没有事先拉伸的缩短收缩相比,SSC 后的残余力降低没有差异或更少。众所周知,残余力压会降低随着工作而增加。

他们的发现间接支持了历史依赖性肌肉特性对 SSC 效应的贡献。类似地,但在更实用的环境中, Held 等人。研究发现,与不进行反向运动的腿部伸展相比,在腿部伸展之前进行反向运动划船时,划船期间的功率输出高出 10%,从而产生了 SSC 效应。

然而,在他们的研究中,问题仍然存在:SSC 是否发生在肌肉、肌腱或两者中。Aeles 和 Vanwanseele 研究了这个问题用于跳跃时腓肠肌内侧。在他们的研究中,通过使用 B 型超声,他们发现对于这种特定的运动,SSC 确实发生在肌肉肌腱单位和肌腱的水平,但不是肌束。因此,与 SSC 发生的地点相关,可能有不同的机制在起作用。为了更好地了解体内人体肌肉的 SSC, Wearing 等人。对传输模式超声在重复次最大跳跃期间量化人体跟腱瞬时弹性模量的可靠性进行了概念验证。他们的结果表明,该技术可以可靠地监测超声速度并检测肌腱瞬时弹性模量的变化,这可以为体内 SSC 性能提供进一步的见解。

短期和长期适应至SSC

最后,本研究主题的四篇文章讨论了肌肉肌腱单元对 SSC 的短期和长期适应,以及 SSC 是否是合适的训练工具(通常称为增强式训练)。科西茨基等人,证明了力竭 SSC 后的急性主要影响:自愿力量和关节僵硬下降,腓肠肌内侧肌的静息肌束长度增加。在更大的时间尺度上, Hammami 等人。结果表明,为期 10 周的上肢和下肢增强式训练计划改善了年轻女手球运动员的许多身体表现指标。

同样,经过 6 周的增强式训练干预后, Ruffieux 等人。发现跳跃性能显着提高。

更具体地说,他们得出的结论是(至少对于非职业女排运动员而言)采用高比例的慢速 SSC 跳跃(例如反向运动跳跃)进行训练比采用高比例的快速 SSC 训练(例如下降跳跃。因此, CMJ 期间较慢的 SSC 似乎更适合这些玩家和任务。

为了更好地了解肌肉变化的时间过程

参考

乔治亚州卡瓦尼亚 (Cavagna, GA)、B. 杜斯曼 (Dusman, B.) 和 R. 玛格丽亚 (Margaria, R.) (1968)。先前拉伸的肌肉所做的积极工作。J.应用程序。生理学。24,21-32。doi: 10.1152/jappl.1968.24.1.21

Cavagna, GA, Saibene, FP 和 Margaria, R. (1965)。负功对孤立肌肉所做的正功的影响。J.应用程序。生理学。20,157-158。doi: 10.1152/jappl.1965.20.1.157

卡瓦纳, P. R. 和 Komi, PV (1979)。同心和偏心下人体骨骼肌的机电延迟

Monti 等人对 SSC 的功能和形态参数的反应。比较了 2、4 和 6 周增强式训练后的肌肉扭矩和功率以及肌肉结构的变化。结果显示,健康年轻人在训练后,肌肉体积、肌束长度、羽状角度、扭矩和力量迅速增加。他们还指出,SSC 锻炼可能有利于神经元对表现的适应,因为并非所有肌肉力量的增强都可以通过横截面积或肌肉体积的增加来解释。

局限性和未来观点

本研究主题涵盖的研究的主要局限性在于(1)剥皮肌纤维实验提供了对潜在收缩机制的深入了解,但它们不一定代表生理条件下的肌肉功能。相反,(2)体内研究代表了生理肌肉功能,但遇到了识别潜在机制的问题。(3)训练研究的一个主要限制是触发特定适应的机制仍不清楚,并且很难匹配不同的训练方案以使它们具有可比性。特别是对于体内人体肌肉研究,本研究课题表明区分肌肉肌腱单元、肌腱和肌肉束的行为对于未来的研究至关重要。此外,尽管本研究主题涵盖了 SSC 研究的广泛领域,但潜在机制的相互作用尚未得到充分理解,并且该集合中缺少对神经肌肉因素和建模方法的研究。

因此,SSC 仍然是一个具有高度相关性和巨大科学兴趣的话题。

作者贡献

所有作者都对手稿做出了贡献并批准了最终版本。

资金

TS、DH 和 WS 分别得到德国研究基金会 (DFG) 的资助,资助金额为 SI841/15-1、SI841/17-1、HA 5977/5-1 和 SE 2109/2-1。JF 和 GP 得到了加拿大自然科学和工程研究委员会 (NSERC) 发现资助计划的支持。

宫缩。欧洲。J.应用程序。生理学。42,159-163。号码:10.1007/BF004 31022

Chen, J., Hahn, D. 和 Power, GA (2019)。缩短引起的人体残余力下降。J.应用程序。生理学。126,1066-1073。doi: 10.1152/japplphysiol.00931.2018

Seiberl, W., Power, GA, Herzog, W. 和 Hahn, D. (2015)。重新审视拉伸-缩短循环 (SSC):残余力增强有助于提高人类快速 SSC 期间的性能。得内收肌。生理学。代表3:e12401。doi:10.14814/phy2。

12401

van Schenau, G.J., Bobbert, M.F. and Haan, A. de. (1997). 拉伸-缩短循环的力学和能量学 :激动人心的讨论。一场激动人心的讨论。 J.应用程序。生物技术。 13, 484-496. doi: 10.1123/jab.13.4.484

利益冲突 :作者声明 ,该研究是在不存在任何可能被视为潜在利益冲突的商业或财务关系的情况下进行的。

版权所有 © 2021 Seiberl, Hahn, Power, Fletcher 和 Siebert. 这是一篇根据知识共享署名许可 (CC BY) 条款分发的开放获取文章。允许在其他论坛使用、分发或复制,但须注明原作者和版权所有,并根据公认的学术惯例引用本期刊的原始出版物。

不允许不遵守这些条款的使用、分发或复制。