

発育期におけるレジスタンストレーニングの実施時期が筋核に及ぼす影響

学籍番号 4124026

氏名 周杰

【目的】

発育期は身体の基盤が形成される重要な時期であり、将来の健康に大きな影響を及ぼす。これまでの研究により、発育期前期から後期にかけて筋サテライト細胞数およびその増殖状態は顕著に減少する一方で、発育期前期では後期と比較して、筋サテライト細胞が筋線維と融合し、新たな筋核を形成する数が多いことが報告されている。これらの知見から、筋サテライト細胞数や増殖状態、さらに筋核供給への寄与が大きく異なる発育期前期と後期では、筋サテライト細胞の増殖を促進するような力学的負荷、例えばレジスタンストレーニングを実施した場合に、骨格筋の発達に異なる影響が生じる可能性が考えられる。そこで本研究では、発育期におけるレジスタンス運動の実施時期が骨格筋、特に筋核数に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

【方法】

3週齢のF344系雄ラットを用い、体重を基準として運動群および安静飼育群に分けた。運動群には、4週齢(発育期前期)または8週齢(発育期後期)から2週間、計7日のクライミングトレーニングを実施した。4週齢からトレーニングを実施した群については、トレーニング終了直後にサンプリングを行う群(6E)と10週齢まで安静飼育(6E/10S)を継続した後、10週齢時にサンプリングを行う群に細分した。最終的に、6S、6E、10S、10E、6E/10Sの5群(各群8匹)を設定した。トレーニング終了後、長母趾屈筋(flexor hallucis longus: FHL)を摘出し、凍結切片を作成した。免疫組織蛍光染色法を用いて、筋サテライト細胞数およびその増殖能、ならびに筋核数と筋線維横断面積を評価した。

【結果】

発育期前期および後期のいずれにおいても、2週間のレジスタンストレーニングにより筋線維横断面積は有意に増加した。一方、筋サテライト細胞の増殖状態の割合には、有意な変化は認められなかった。筋線維1本あたりの筋核数および筋線維1本あたりの筋サテライト細胞数は、発育期前期にレジスタンス運動を実施した群においてのみ有意な増加が認められた。さらに、発育期前期に獲得された筋核数の増加は、4週間の脱トレーニング期間を経た後も発育期後期まで維持されていた。

【結論】

発育期におけるレジスタンス運動の効果は、その実施時期によって質的に異なり、特に発育期前期の運動は、筋核獲得を介した長期的な骨格筋適応を誘導する点で重要であることが示された。

Effects of the timing of resistance training during the growth period on skeletal muscle myonuclei in rats

Student ID Number: 4124026

Name: ZHOU, Jie

[Purpose]

Growth is a critical phase in establishing a physical foundation and has long-lasting effects on health. During growth, both the number and proliferative capacity of muscle satellite cells gradually decline. However, satellite cells in the earlier growth period contribute more substantially to myonuclear accretion through fusion with muscle fibers. These growth-related differences in satellite cell number, proliferative capacity, and contribution to myonuclei suggest that mechanical stimuli, such as resistance training, may induce period-dependent adaptations in skeletal muscles. This study investigated the effects of resistance training performed during early and late growth periods on skeletal muscle characteristics in rats.

[Methods]

Forty male F344 rats (three-week-old) were randomly assigned based on body weight to an early growth period exercise group (training initiated at 4-week-old), a late growth period exercise group (training initiated at 8-week-old), or a sedentary control group. The early growth period exercise group was subdivided into two groups: one group was sampled immediately following the cessation of training, and the other group was maintained under sedentary conditions until 10 weeks of age. The exercise group performed climbing exercises seven times within 2 weeks, starting at 4 or 8 weeks of age. The following five groups (n=8) were established: 6S, 6E, 6E/10S, 10S, and 10E. Frozen sections of the flexor hallucis longus (FHL) muscle were prepared for immunohistochemical analysis. Pax7-positive satellite cells, Ki67-positive proliferating satellite cells, the number of myonuclei, and muscle fiber cross-sectional area were quantified.

[Results]

Compared with the sedentary control group, the resistance-trained group exhibited significantly greater FHL muscle fiber cross-sectional areas ($p < 0.01$). In contrast, no significant differences were observed in the proliferative capacity of satellite cells between the groups. Notably, the number of myonuclei per muscle fiber and satellite cells per muscle fiber significantly increased in the early growth period of the exercise group. Moreover, the elevated myonuclear number acquired during the early training period was maintained in the late growth period, even after a 4-week detraining period.

[Conclusion]

Resistance training performed during early growth is crucial for inducing long-lasting skeletal muscle adaptation through myonucleus acquisition and retention.