

Margareta Marković
Goran Marković
Dušan Metikoš

Prethodno znanstveno priopćenje

VISINA VERTIKALNOG SKOKA KAO POKAZATELJ MIŠIĆNE SNAGE NOGU NEZAVISNE OD VELIČINE TIJELA

1. UVOD

Primjena vertikalnih skokova u svrhu procjene eksplozivne mišićne snage nogu prisutna je u profesionalnoj literaturi, ali i kineziološkoj praksi već više od 80 godina (Sargaent, 1921.). Brojni udžbenici, priručnici i druge publikacije predlažu primjenu testova vertikalne skočnosti u svrhu procjene eksplozivne mišićne snage (primjerice Astrand i Rodahl, 1986.; Metikoš i suradnici, 1989). Međutim, većina istraživanja u kojima je proučavana zavisnost visine skoka i izmjerene mišićne snage (u Wattima; W) pokazala su da je spomenuta povezanost u najboljem slučaju umjerena ($r \approx 0.50$; npr. Argon-Vargas i Gross, 1997.), a nerijetko i niža (Kukolj i suradnici, 1999., dovodeći time u pitanje valjanost visine vertikalnog skoka kao indeksa eksplozivne mišićne snage čovjeka. Jedan od mogućih faktora odgovornih za ove rezultate jest veličina tijela (Jaric i suradnici, 2005.; Markovic i Jaric, 2004.). Naime, i teorijska predviđanja (Astrand i Rodahl, 1986.; McMahon, 1984.) i eksperimentalni nalazi (za pregled vidi Jaric i suradnici, 2005.) jasno pokazuju kako je mišićna snaga u pozitivnoj korelativnoj vezi s veličinom tijela (tjelesnom masom), dok je visina skoka nezavisna od veličine tijela. Uzevši u obzir sve navedeno, kao i činjenicu da kod izvedbe vertikalnog skoka čovjek pokreće vlastitu masu tijela, naša pretpostavka jest da visina skoka predstavlja valjani indeks mišićne snage normaliziran za veličinu tijela.

2. METODE

Ispitanici

U ovom istraživanju dobrovoljno je sudjelovalo 150 studenata kineziologije u dobi od 18 do 26 godina. Njihova tjelesna masa i visina iznosile su 75.0 ± 7.5 kg i 1.81 ± 0.07 m (aritmetička sredina \pm SD). Upitnikom je utvrđeno kako su svi ispitanici bili zdravi u trenutku testiranja.

Eksperimentalni postupak

Na početku eksperimenta izmjerena je tjelesna masa i visina ispitanika. Nakon toga slijedilo je standardno (opće) zagrijavanje organizma u trajanju od 15 minuta. Nakon završetka standardnog zagrijavanja, ispitanici su izveli pet probnih vertikalnih skokova (1) iz čučnja i (2) sa pripremom (specifično zagrijavanje) na platformi za mjerenje sile (Quattro Jump, Kistler, Švicarska). Nakon zagrijavanja, svaki je ispitanik izveo dva različita vertikalna skoka na spomenutoj platformi za mjerenje sile: (1) skok iz čučnja (SJ) kod kojeg se ispitanik spusti u poziciju polučučnja (kut između natkoljenice i potkoljenice $\approx 90^\circ$), zadrži tu poziciju dvije sekunde, te nakon toga izvede maksimalni odraz; (2) skok s pripremom (CMJ) kod kojeg se ispitanik spusti u polučučanj i odmah nakon toga maksimalno odrazi uvis. Oba vertikalna skoka ponavljala su se po tri puta, pri čemu su najviši skokovi izabrani za daljnje analize. Pauze između skokova trajale su oko jednu minutu.

Analiza podataka

Visina skoka definirana je kao maksimalni pomak centra mase tijela izračunat na osnovi vertikalne komponente sile reakcije podloge i težine tijela (Markovic i Jaric, 2005.). Mišićna snaga (P) generirana tijekom koncentrične faze izvedbe vertikalnog skoka izračunata je kao umnožak vertikalne komponente sile reakcije podloge i brzine centra mase tijela. Brzina centra mase tijela pak, je izračunata pomoću integrala ubrzanja definiranog na osnovi registrirane vertikalne sile reakcije podloge (Markovic i Jaric, 2005.). Mišićna snaga izražena je (a) u apsolutnim vrijednostima (W), i (b) u vrijednostima normaliziranim sa veličinom tijela. U tu svrhu primjenjena je normalizacija mišićne snage temeljena na principu geometrijske sličnosti (Jaric, 2003.; McMahon, 1985.). Prema toj teoriji, mišićna snaga P raste sporije od mišićne mase M i može se izraziti slijedećom proporcijom:

$$P \sim M^{0.67} \quad (1)$$

U skladu s ovom proporcijom, mišićna snaga normalizirana s tjelesnom masom P_n (tj. nezavisna od mase tijela) izražena je:

$$P_n = P / M^{0.67} \quad (2)$$

Svi su rezultati prezentirani kao aritmetička sredina \pm standardna devijacija. Povezanost visine skoka (h) u oba testa sa mišićnom snagom izraženom u apsolutnim vrijednostima (W) i vrijednostima normaliziranim sa masom tijela ($W/kg^{0.67}$) izračunata je pomoću Pearsonovog koeficijenta korelacije. Statistička značajnost postavljena je na razinu $p < 0.05$.

3. REZULTATI

Maksimalna registrirana visina skoka u SJ i CMJ bila je 45.0 ± 5.0 cm i 49.0 ± 5.3 cm, dok je prosječna mišićna snaga u istim skokovima bila 1840 ± 243 W i 2331 ± 347 W. Korelacija visine skoka u SJ s apsolutnom i normaliziranom mišićnom snagom u SJ iznosi $r = 0.43$ i 0.79 , dok korelacija visine skoka u CMJ sa apsolutnom i normaliziranom mišićnom snagom u CMJ iznosi $r = 0.50$ i 0.84 .

4. RASPRAVA

Cilj ovog istraživanja bio je utvrditi predstavlja li visina vertikalnog skoka valjani indeks mehaničke mišićne snage. Najvažniji nalaz ovog istraživanja odnosi se na korelacije visine skoka u SJ i CMJ sa pripadajućom mišićnom snagom izraženom u apsolutnim vrijednostima, odnosno vrijednostima normaliziranim u odnosu na veličinu tijela. Konkretno, moguće je uočiti da visina skoka u oba testa dijeli između 18% (SJ) i 25% (CMJ) zajedničke varijance sa mišićnom snagom izraženom u apsolutnim vrijednostima. Ti su rezultati u skladu s nalazima drugih istraživača (Argon-Vargas i Gross, 1997.; Kukulj i sur., 1999.) i jasno ukazuju na činjenicu kako izmjerena visina skoka i procijenjena maksimalna mišićna snaga ne predstavljaju identičnu motoričku dimenziju. Nasuprot tome, zajednička varijanca visine skoka i mišićne snage nezavisne od veličine tijela kreće se između 63% (SJ) i 71% (CMJ). Očigledno je da u ovom slučaju visina skoka i normalizirana mišićna snaga procjenjuju istu motoričku dimenziju, eksplozivnu mišićnu snagu. Drugim riječima, visna skoka predstavlja valjani indeks mišićne snage nezavisne od veličine tijela. Ti su rezultati u skladu s našim očekivanjima, odnosno u skladu sa predviđanjima teorije o geometrijskoj sličnosti (McMahon, 1984.), te sugeriraju kako se laboratorijsko mjerenje mišićne snage opružaća nogu može zamijeniti mjerenjem visine skoka. Ukoliko ovi rezultati budu potvrđeni i kod drugih eksplozivnih pokreta (npr. sprinta, udaraca, bacanja) te na drugim uzorcima ispitanika, moći će se generalizirati kako rezultati u eksplozivnim motoričkim zadacima (skokovi, sprintovi, bacanja i udarci) procjenjuju mišićnu snagu nezavisnu od veličine tijela. Zaključno, ovo istraživanje je pokazalo kako visina skoka u SJ i CMJ predstavlja valjani indeks mišićne snage nezavisne od veličine tijela.

5. LITERATURA

1. Aragon-Vargas, L.F. and Gross, M. (1997.). Kinesiological factors in vertical jump performance: differences among individuals. *Journal of Applied Biomechanics*, 13, 24-44.
2. Astrand, P.-O. and Rodahl, K. (1986.). *Textbook of Work Physiology*. New York: McGraw-Hill.

3. Jaric, S., Mirkov, D. and Markovic, G. (2005.). Normalizing physical performance tests for body size: a proposal for standardization. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19, 467-474.
4. Kukolj, M., Ropret, R., Ugarkovic, D. and Jaric, S. (1999.). Anthropometric, strength, and power predictors of sprinting performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 39, 120-122.
5. Markovic, G. and Jaric, S. (2004.). Movement performance and body size: the relationship for different groups of tests. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 139-149.
6. Markovic, G. and Jaric, S. (2005.). Scaling of muscle power to body size: the effect of stretch-shortening cycle. *European Journal of Applied Physiology*, 95, 11-15
7. McMahon, T.A. (1984.). *Muscles, Reflexes, and Locomotion*. Princeton: Princeton University Press.
8. Sargent, D.A. (1921.). The physical test of a man. *American Physical Education Review*, 26:188–194.