

Srinivasan, R.C. Fiber Type Composition and Maximum Shortening Velocity of Muscles Crossing the Human Shoulder / R.C. Srinivasan, M.P. Lungren, J.E. Langenderfer, R.E. Hughes // Clinical Anatomy, 2007. – Vol. 20.– P.144–149.

ШРИНИВАСАН Р.С. С СОАВТ.

КОМПОЗИЦИЯ МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН И МАКСИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ СОКРАЩЕНИЯ МЫШЦ ПЛЕЧА ЧЕЛОВЕКА

ABSTRACT

Изучение композиции мышечных волокон четырнадцати мышц плечевого сустава человека проводили с целью определения вклада типов волокон в общую площадь поперечного сечения мышц (CSA) и оценки максимальной скорости сокращения ($V_{\max}$) этих мышц. Была выполнена биопсия 14 мышц у четырех мужских трупов (средний возраст 50 лет) в течение 24 часов смерти. Быстро замороженные, поперечные срезы (10 мкм) мышечных волокон были окрашены для определения миофибриллярной АТФ-азы после щелочной преинкубации. Для определения площади поперечного сечения мышечных волокон были использованы фотоснимки (100 волокон) и система Bioquant. Посредством этой системы определялся тип мышечных волокон и площадь их поперечного сечения. Были выделены на основе определения миофибриллярной АТФ-азы три различных типа волокон: медленные окислительные (SO), быстрые окислительно-гликолитические (FOG) и быстрые гликолитические (FG).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В среднем композиция мышечных волокон варьировала: от 22 до 40% (FG), от 17 до 51% (FOG) и от 23 до 56% (SO). Двенадцать из 14 мышц имели средние значения SO от 35-50%.

$V_{\max}$ рассчитывали по вкладу типа волокна относительно CSA и значений скорости сокращения, взятых из литературы. Максимальные значения скорости сокращения мышц, обеспечивают физиологическую основу для разработки моделей плеча опорно-двигательного аппарата человека, пригодных для прогнозирования мышечных сил при решении функционально-значимых задач, охватывающих условия укорочения и удлинения мышц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bamman MM, Clarke MSF, Feeback DL, Talmadge RJ, Stevens BR, Lieberman SA, Greenisen MC. 1998. Impact of resistance exercise during bed rest on skeletal muscle sarcopenia and myosin isoform distribution. *J Appl Physiol* 84:157–163.
2. Barrarny M. 1967. ATPase activity of myosin correlated with speed of muscle shortening. *J Gen Physiol* 50(Suppl):197–218.
3. Burke RE. 1981. Motor Units: Anatomy, Physiology, and Functional Organization. In: Brookhart JM, Mountcastle VB, Brooks VB, Geiger SR, editors. *Handbook of Physiology*. Bethesda, MD: American Physiological Society. p 345–422.
4. Cheng EJ, Brown IE, Loeb GE. 2000. Virtual muscle: A computational approach to understanding the effects of muscle properties on motor control. *J Neurosci Methods* 101:117–130.

5. Delp SL, Loan JP. 1995. A graphics-based software system to develop and analyze models of musculoskeletal structures. *Comput Biol Med* 25:21–34.
6. Fitts RH, Costill DL, Gardetto PR. 1989. Effect of swim exercise training on human muscle fiber function. *J Appl Physiol* 66:465–475.
7. Ganssen H-K, Irlenbusch U. 2002. Neuromuscular failure of the rotator cuff as a contribution to the functional impingement of the shoulder—A muscle biopsy investigation. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 140: 65–71.
8. Guth L, Samaha FJ. 1970. Procedure for the histochemical demonstration of actomyosin ATPase. *Exp Neurol* 28:365–367.
9. Happee R, Van der Helm FCT. 1995. The control of shoulder muscles during goal directed movements, an inverse dynamic analysis. *J Biomech* 28:1179–1191.
10. Hatze H. 1978. A general myocybernetic control model of skeletal muscle. *Biol Cybern* 28:143–157. Hatze H. 1981. Estimation of myodynamic parameter values from observations on isometrically contracting muscle groups. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 46:325–338.
11. Jennekens FGI, Tomlinson BE, Walton JN. 1971. Data on the distribution of fibre types in five human limb muscles. *J Neurol Sci* 14:245–257.
12. Johnson MA, Polgar J, Weightman D, Appleton D. 1973. Data on the distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. *J Neurol Sci* 18:111–129.
13. Jozsa L, Demel Z, Vador E, Reffy A, Szilagyi I. 1978. Specific fibre composition of human hand and arm muscles. *Handchirurgie* 10:153–157.

14. Jurimae J, Abernethy PJ, Blake K, McEniery MT. 1996. Changes in the myosin heavy chain isoform profile of the triceps brachii muscle following 12 weeks of resistance training. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 74:287–292.
15. Kaufman KR, An KN, Litchy WJ, Chao EYS. 1991. Physiological prediction of muscle forces. I. Theoretical formulation. *Neuroscience* 40:781–792.
16. Kaufman KR, An KN, Litchy WJ, Chao EYS. 1991. Physiological prediction of muscle forces. I. Theoretical formulation. *Neuroscience* 40:781–792.
17. Klitgaard H, Zhou M, Schiaffino S, Betto R, Salvaiati G, Saltin B. 1990. Ageing alters the myosin heavy chain composition of single fibers from human skeletal muscle. *Acta Physiol Scand* 140:55–62.
18. Langenderfer J, LaScalza S, Mell A, Carpenter JE, Kuhn JE, Hughes RE. 2005. An EMG-driven model of the upper extremity and estimation of long head biceps force. *Comput Biol Med* 35:25–39.
19. Larsson L, Moss RL. 1993. Maximum velocity of shortening in relation to myosin isoform composition in single fibres from human skeletal muscles. *J Physiol* 472:595–614.
20. Larsson L, Li X, Frontera WR. 1997. Effects of aging on shortening velocity and myosin isoform composition in single human skeletal muscle cells. *Am J Physiol* 272:C638–C649.
21. Manal K, Gonzalez RV, Lloyd DG, Buchanan TS. 2002. A real-time EMG-driven virtual arm. *Comput Biol Med* 32:25–36.

22. McGill SM, Norman RW. 1986. Partitioning of the L4-L5 dynamic moment into disc, ligamentous, and muscular components during lifting. *Spine* 11:666–678.
23. McIntosh JS, Ringqvist M, Schmidt EM. 1985. Fiber type composition of monkey forearm muscle. *Anat Rec* 211:403–409.
24. Pandy MG, Garner BA, Anderson FC. 1995. Optimal control of nonballistic muscular movements: A constraint-based performance criterion for rising from a chair. *J Biomech Eng* 117:15–25.
25. Portney LG, Watkins MP. 1993. *Foundations of Clinical Research: Applications to Practice*. Norwalk, CT: Appleton and Lang.
26. Richmond FJR, Singh K, Corneil BD. 1999. Marked non-uniformity of fiber-type composition in the primate suboccipital muscle obliquus capitis inferior. *Exp Brain Res* 125:14–18.
27. Scott SH, Brown IE, Loeb GE. 1996. Mechanics of feline soleus. I. Effect of fascicle length and velocity on force output. *J Muscle Res Cell Motil* 17:207–219.
28. Scott W, Stevens J, Binder-Macleod SA. 2001. Human skeletal muscle fiber type classifications. *Phys Ther* 81:1810–1816.
29. Singh K, Melis EH, Richmond FJR, Scott SH. 2002. Morphometry of *Macaca mulatta* forelimb. II. Fiber-type composition in shoulder and elbow muscles. *J Morphol* 251:323–332.
30. Smerdu V, Karsch-Mizrachi I, Campione M, Leinwand L, Schiaffino S. 1994. Type IIX myosin heavy chain transcripts are expressed in type IIb fibers of human skeletal muscle. *Am J Physiol* 267:C1723–C1728.

31. Soechting JF, Flanders M. 1997. Evaluating an integrated musculo-skeletal model of the human arm. *J Biomech Eng* 119:93– 102.
32. Spector SA, Gardiner PF, Zernicke RF, Roy RR, Edgerton VR. 1980. Muscle architecture and force-velocity characteristics of cat soleus and medial gastrocnemius: Implications for motor control. *J Neurophysiol* 44:951–960.
33. Thelen DG. 2003. Adjustment of muscle mechanics model parameters to simulate dynamic contractions in older adults. *J Biomech Eng* 125:70–77.
34. Thelen DG, Anderson FC, Delp SL. 2003. Generating dynamic simulations of movement using computed muscle control. *J Biomech* 36: 321–328.
35. Thorstensson A, Grimby G, Karlsson J. 1976. Force-velocity relations and fiber composition in human knee extensor muscles. *J Appl Physiol* 40:12–16.
36. Trappe S, Costill D, Thomas R. 2000. Effect of swim taper on whole muscle and single fiber contractile properties. *Med Sci Sports Exerc* 33:48–56.
37. Zajac FE. 1989. Muscle and tendon: Properties, models, scaling, and application to biomechanics and motor control. *Crit Rev Biomed Eng* 17:359–411.