

МЕХАНИЗМЫ ГИПЕРТРОФИИ МУСКУЛАТУРЫ ЧЕЛОВЕКА

Елдаров Адам Вахитович

студент Московского государственного университета экономики, статистики и информатики
(МЭСИ), РФ, г. Москва

Буянова Татьяна Владимировна

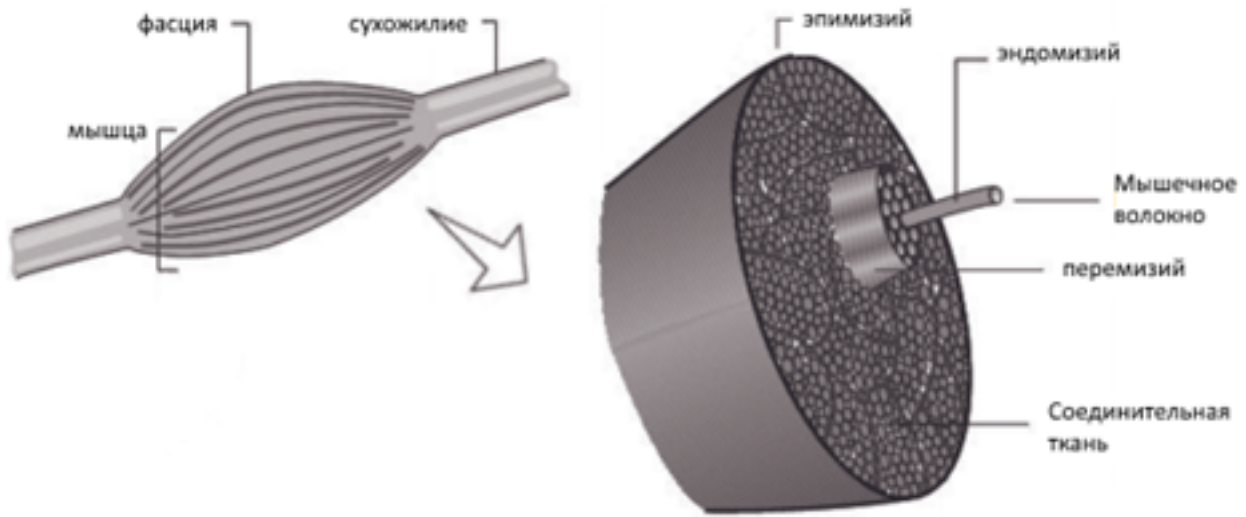
научный руководитель, преподаватель Московского государственного университета
экономики, статистики и информатики (МЭСИ), РФ, г. Москва

Вопрос: что такое гипертрофия мускулатуры человека? Гипертрофия мускулатуры – это увеличение объема мышечной ткани. Это может быть связано с различными факторами, такими как физические нагрузки, гормональные изменения, заболевания и т.д. Гипертрофия мускулатуры может быть физиологической (нормальной) или патологической (болезненной). Физиологическая гипертрофия мускулатуры возникает в результате регулярных физических нагрузок, которые приводят к увеличению объема мышечной ткани. Патологическая гипертрофия мускулатуры возникает в результате различных заболеваний, таких как миодистрофия, миастения и т.д.

Механизмы гипертрофии мускулатуры человека. Гипертрофия мускулатуры возникает в результате увеличения объема мышечной ткани. Это может быть связано с различными факторами, такими как физические нагрузки, гормональные изменения, заболевания и т.д. Гипертрофия мускулатуры может быть физиологической (нормальной) или патологической (болезненной). Физиологическая гипертрофия мускулатуры возникает в результате регулярных физических нагрузок, которые приводят к увеличению объема мышечной ткани. Патологическая гипертрофия мускулатуры возникает в результате различных заболеваний, таких как миодистрофия, миастения и т.д.

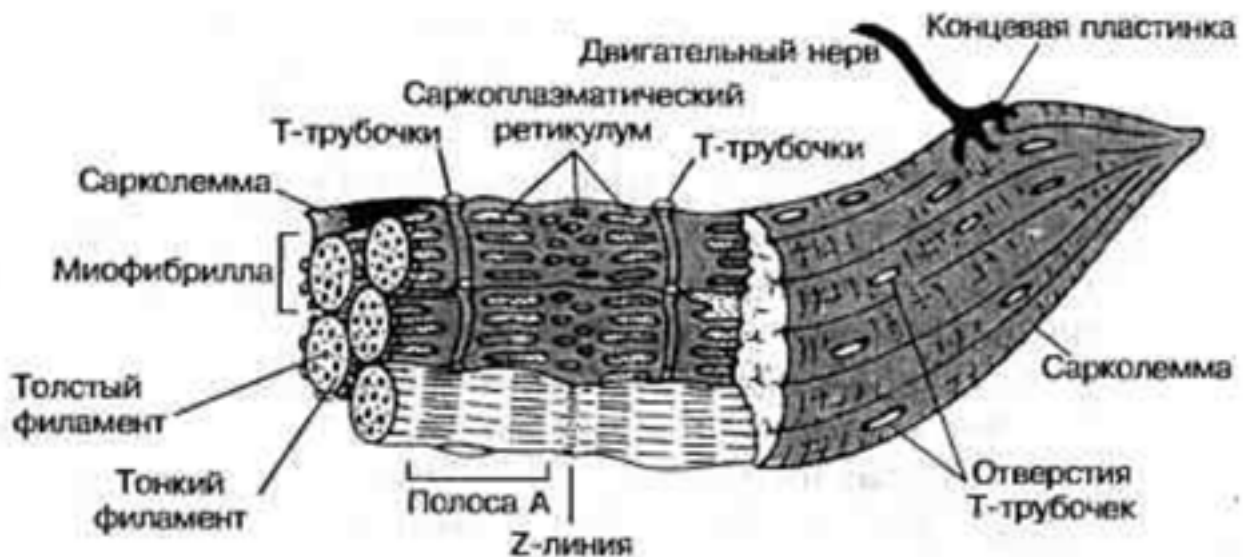
Вопрос: что такое гипертрофия мускулатуры человека? — Гипертрофия мускулатуры – это увеличение объема мышечной ткани.

Гипертрофия мускулатуры может быть физиологической (нормальной) или патологической (болезненной). Физиологическая гипертрофия мускулатуры возникает в результате регулярных физических нагрузок, которые приводят к увеличению объема мышечной ткани. Патологическая гипертрофия мускулатуры возникает в результате различных заболеваний, таких как миодистрофия, миастения и т.д.



???????? 1. ????????? ??????

????????? ???????? (????????? ???????, ???????) ????????? ?? ??????????????,
 ???, ??????????????????, ????? ? ?. ?. ?? ?????
 ?????????????????? ????????????? ???????, ?????????? ????????????? ?????????????????, ?????????????
 ?????????????????? ?????????????????????, ?????????????? ?? ?????????? ????? ??????: ???????? ?
 ??????????. ? ?????????????????? ?? ??: ?????????? ?????????,
 ??????????, ???, ?????, ????? ? ?. ?. [1, с. 14].



????????? 2. ?????????? ????????????? ??????????

???? ?????????? ????????

????????? ???????? ??????? ?????????????? ??????: ?????????? (??? I) ?
????????? (??? II) [2].

????????????? ???????, ??? ??????????? ?????????? ?????????? ??? ???????????
?????????????, ?? ??? ?? ??????, ??? ??? ?????????????????? ?? ??????????? ? ?????????
????????????????? ?? ?????????????? ??????? (????????? ??????????????? ??? ???????????
?????????????): ??? ????? ??????????????, ??? ??????? ??????????????. ? ??????????? ?????????
?????????? ????????? ?????????? ????. ? ????????? ?? ????? ?????? ????? ??????????. ??? ??
????????? ??????????????? ?? ????? ??????????????????????????: ?????????????????? ?
?????????????????????. ?????????????????? — ??????????, ??? ?????????? ?? ????? ???????????
????????? ????????? ? ?????????? ? ??? ?? ????????? ?????????????? ??????????, ?
????????????????????? ?????????? ?? ?????????????? (??? ?????????? ?????????????) ???????????.
????????????????????? ?????????? ?????? ?????????????? ? ?????????? ?????????, ? ?????????????????????
?????? ??????? ?????? ?????????????????? ??????? (?????? ???????), ?? ??????????
?????????????? ????????????? ? ?????? ?????????????? [5, c. 32].

? ????????? 1 ??????? ?????? ??????????????? ?????? ?????????? ? ??????????????? ??
?????????????? ?? ????????. ?????????? ?????? | ?????????? ????????? ? ?????????, ? IIB ??????
?????? ?????????? ?????????? ?????????????? ? ??????????????? ?? ??????????? ?????????.

????????? 1.

????????????????? ?????????? ??????????

??? ?????????	??? ??????????????????????
I	SO
IC	
IIC	
IIAC	
IIA	
IIAB	FOG
IIB	
	FG

*SO (*slow-oxidative*) — ??????????
?????????????????, FOG (*fast-oxidative/glycolytic*) — ?????????? ??????????????????-
????????????????????, FG (*fast-glycolytic*) — ?????????? ???????????????????

??? ??, ? ?????? ?????????? ?????????????, ?? ?????? ????????????? ? ???????
?? ?????? ?????????????? ??????. ??? ?????? ?????????? ?????????? ? ??????, ??? ???????
????????? ?????????? ??????????. ?????? ??????? ?????? ?????????????? ? ?????????????
????????? | (?????????, ?????? ?? ??????), ?????????? ?????????? ? ?????????? (????????? ???
????????? ? ?????????? ?????????????????). ?????????? ?????????? ?????????? ?? ??????????????
????????????????: ?????????????????? (????????? ?????????????? ?? ?????????? ??????????????),
????????????? ?????????????? ? ?????????? ??????????????. ??? ?????? ??????????????????, ??? ???????
????????? ?????????????? ? ????????? [5, c. 32]. ?????? ?????????? ?????? ??????????, ??? ???
????????????? ? 75 % ?? 1?? (????????????? ??????????) ? ?????, ?????????? ??? ?????????, ?
??? ?????????? ??????, ?????????? ? 40 % ?? 1?? [9]. ??? ?? ?????? ??????? ?????????????.
????? ??????? ??? ????????????? (????????????????? ?? ?????? ?????????????? ?????????????? ??
????? ?????????????? ??????????????), ?? ?? ??????? ?????????????????? ??????????????????
????????? (??? ??? ?????? ?????????? ??? ??????) ? ?????????????? ?????? ??????
????????????? ?????????????????????, ?????????? ?????? ?????????? ? ?????????? ??????????.
????????????????? ?????????????? ?????????????????? ?? ?????? ????????????????? (??? ?????? ???, ???
????????? ??????????), ?????????????????? ?????????????? ?????????? ? ?????????????????
???????????????????????? (?????). ?????? ??????????????, ??? ??? ?????? 20 % 1?? ?
????????????????????? ?????????? ?????? ??????, ?????????? ??? ?????????????????? ?????????? [3; 4].

????????????????? ? ?????????????????? ??????????, ?????????? ??? ??????????
????????????????.

????????? ??????????????.

????????? ?????????????????? ?????? ?????? ??????????????, ??? ?????????????? ?????????
????????? ?? ?????? ?????????????? ?????????????????????? ??? ?? ?????????????????????? ???????,
????????? ?????????????? ?? ?????? ?????????????? ?????????? ?????? ?????? ?????????
?????????????, ?????????? ?????????? ?????? ??? ?????????????? ?????? ?????? ??????????, ??
????????? ?????? ?????? ?????????????????? ?????????????????? [5, c. 33].

????????????? ??? ?????????????????????? ?????????, ?????????????? ?????????? ??????????????:
????????????????? ??????, ?????????????????? ? ?????????????????????? ????????? [6, c. 5].

????????????? ??????? ?? ?????????? ?????????? ??????????:

????????????????? ?????? (MECHANICAL TENSION).

????????? ?????????? ?????????? ?????????????? ???????? ?? ?????? ?????????? ?????? ??? ??? ?????????????? ? ?????????????? ?????? ?????????????????? ?????? ?? ?????????????? ? ?????????????????? ???????? : ?????????? ?????????? (????????????????????? ???????? ??????-1, ?????????????????? ???????? ??????), ???????? ??????????????, ?????????????? ?????????????????? ??????. ?????????? ?????????????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? AKT mTOR, ??? ?? ?????? ???????? ?? ????????? 3. ?????? ???????, ??? ?????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????????? ?????????? ?? ?????? ?????? ????????? — ?????????????? [6, c. 6].

????????????????.

????????????? ?????????????? ?????? ?????????? ? ?????????????? ?????????????? ?????, ?????????? ??? ?????????????????? ?????????? ?????? ?????????? ?????????????????????? ??????. ?????? ?????? ?????? ?????????????????? ??? ?????? ?????????????? ?????????????????? ??????, ??? ?????????? ? ?????????? ? ??????????????, ?????????????? ?????????? ? ?????????????? ?????????????????????? ?????? ? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????? ?????????????????? ?????????????? ?????????? ? ?????? ??????????. ??????????, ??? ??? ?????????? ? ?????????????????? ?????????????? ?????????? ?????????? ??????????, ?????????? ?????????????? ?????????????????? ? ?????????????????????? ?????????? ?????????? (????????????????? — ?????????????? ???????? ??????????). ?????????????? ??????????????, ??? ?????????????????????? ???????, ??? ? ?????????? [6, c. 6].

????????????????? ?????????????? ??? ?????????????? ?????????? ? ?????????????????? ?????????????????? ???????, ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????, ?????????????????? ?????????? ?????????????????????? ?????????, ??????????????. ?????????????? ?? ?????? ?????? ?????????.

????????????????????? ???????.

????????????????????? ???????? ?????????????????? ? ?????????????????? ?????????????? ??????????????????, ?????????? ?????????????????? ?? ?????????????????? ?????????????? ??? ?????????????????????? ???, ? ?????????????????? ?????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????, ?????? ??? ???????, ?????? ?????????????, ?????????????????????? ??????????, ?????????????? ?????????? ? ?. ?????????? ?????????, ??? ?????? ??????????, ??????????????, ?????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????????????????? ??????????.

???????? ???????????.

???? ????????????????? ?????????? ?????? ?????????? ? ?????????? ?????? [6, c. 3; 5, c. 102].

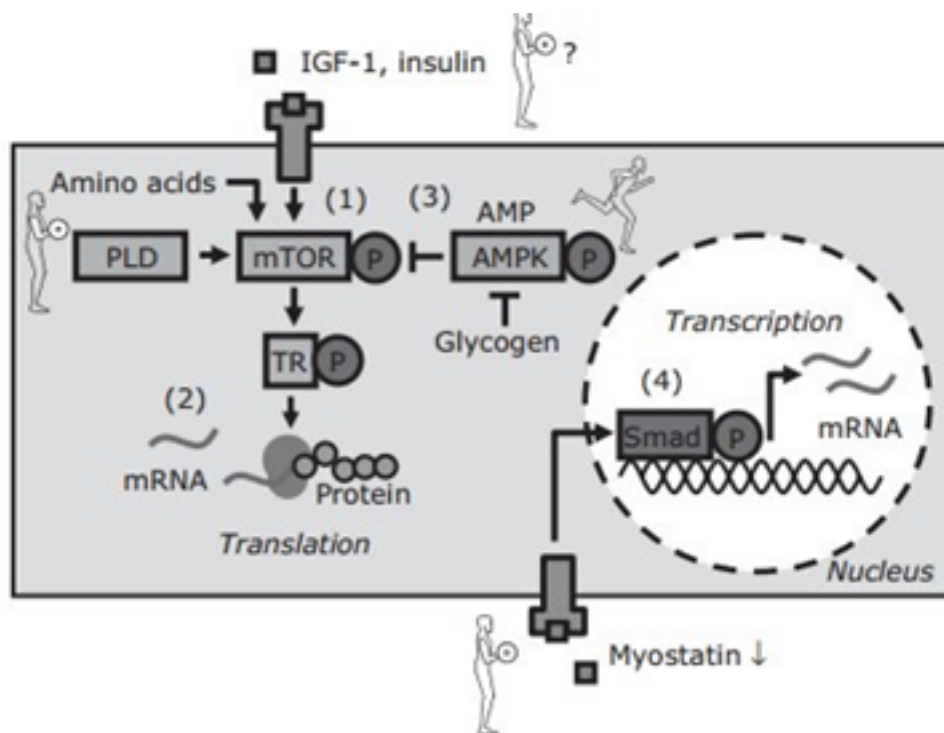
· ??????? ?? ?????? ?????? ? ??????? ????????????? ??????????. ??????? ?? ?????? ?????? ??-????????, ?? ? ????????? ?????? ????????????? ??????????.

· ??? ?????????????? ?????????? ????????????? ?????????????? ??? (?????????????????? ??) ??????? ???????, ?????????? ????????????????? ?? ?????? ?????????? ???????, ?????? ??????? ??? ?????????????.

· ?????? ?????? ????????????????? ? ?????????? ???????, ??? ???, ?????????????????? ?????? ?????????? ?????????????? ??????, ?????????? ?? ?? ??????????????, ?????????? ?????????? ? ??????. ? ?????????? ?????? ?? ?????????? ?????????????? ?????????? ??????.

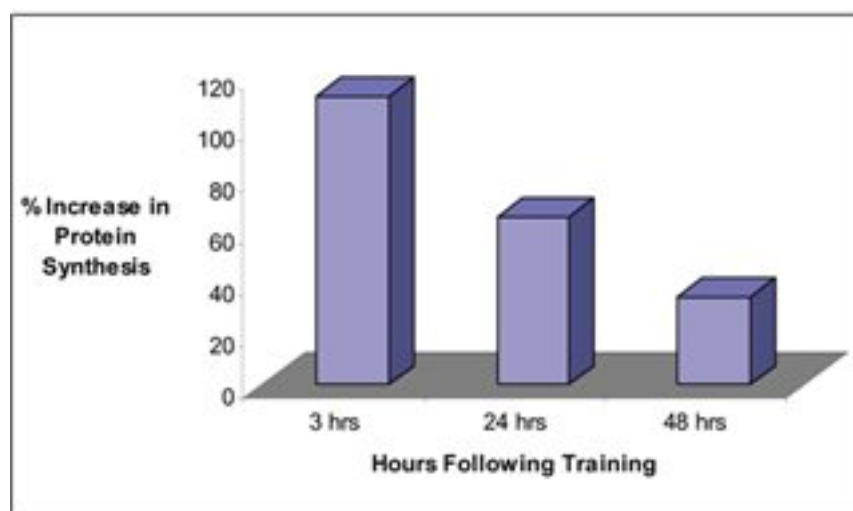
???? ? ???, ??? ?????? ?????? ??????? ?????? ?????? ??????, ? ?????????? ?? ?????? ?????? ?????????????? ?????????? ? ?????? ?????? ?????? ?????????????, ??? ?? ?????????, ??? ? ?? ?????????????? ??????????????. ?, ??? ???????????, ??????? ?????????????? ?????? ??????? ?????????? ?????? ??????, ? ?????? ????????????????? ? ?????????? ??????????????, ??? ?????? ?? ????????? 5 [5, c. 103; 10].

??? ??, ?????????? ????????????????? ?????? ????????????????? ? ??????? ?????????????????? ?????????????????? ?????????, ?????????????????? ?????????????? ?????????????, ?????????????? ??????? ? ?????????? ?????, ??? ?????? ? ??????? ??????? ?????? «????????», ? ??? ?????? ?????????????? ?????? ?????????????????? ? ??????????.



???????? 3. ????????????????? ????????????????? ????????????????? ????????? ???????

?????? ?????????? ?????????? ?? ??, ??? ?????????????? ????????? ??????? ???????
 ?????????? ? ????????????????? ?? ??????????????, ?? ?????????, ?????????????????????? ? ?????????
 ??????????????, ?????????? ?????????? ?? ?????????????? ?????????????????????? ??????????. ??? ?? ??
 ??????? ??????????, ??? ?????????? ??????? ?????????????? ?????????? ?????????????????????? ?????????????????
 ? ??????? ?????????, ?????? ? ?????????? ??????? ?????????????????????? ??????????, ? ??????????????
 ?????????????????????? ?????????????? ?????? [5, c. 104; 8].

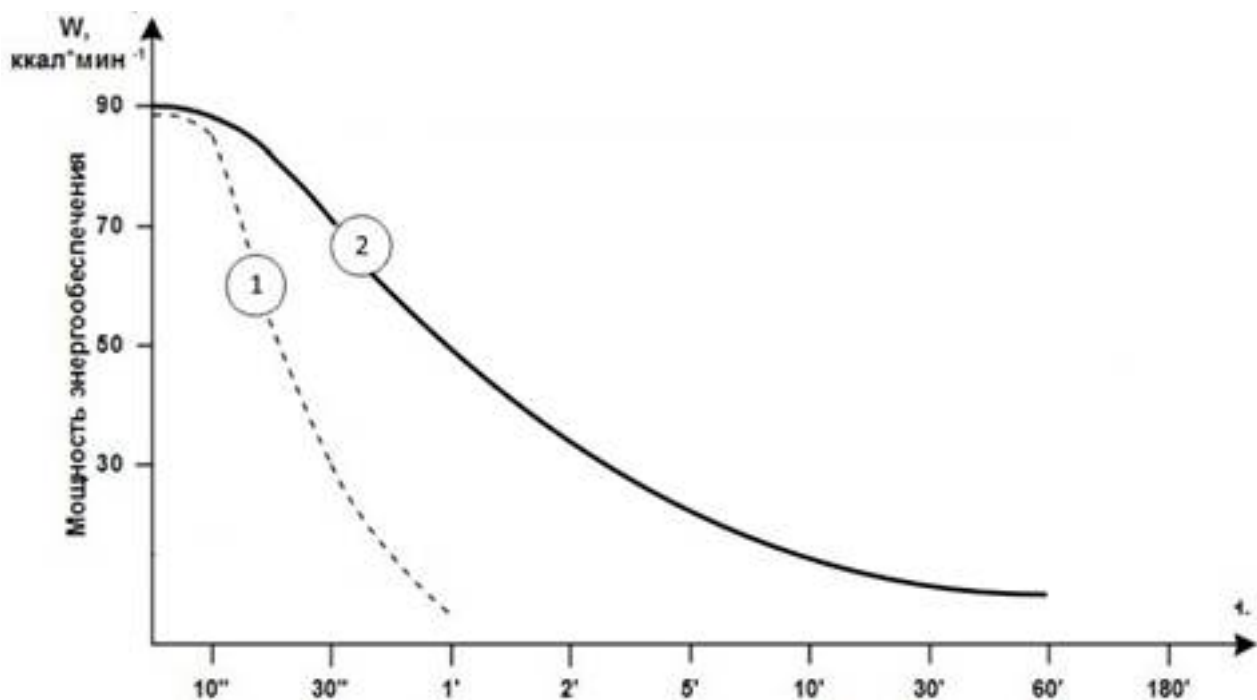


**??????? 5. ???????????? ??????? ????? ? ?????????? ????? ???????
?????????????**

??????????? ?????????? ????????? (???).

??????????? ?????????? ?????????? ?????????? ???????????? ??? ?????????? ???-??
?????. ??? ? ???? — ?????????? ?????????, ?? ?????????????? ??????. ?????? ? —
??? ?????????????? ?????????? ? ?????????? ?????????? (????????????? ??????????) ??? ?
?????????????, ?????? ????????? ? ?????????????? ????????? ??? ????????? ?????????????? ?
??????? 60 % ?? ? ???. ?????? ?????????????? ?????????? ?????????, ?????? ??, ???
?? ????????? ??????, ?? ? ???? ???????????? ??? ?????????????? ?????????? ?
????????? ? ?????????? ?????????? ??????? ?? ??? ?????????? ?????????? ?????????, ? ???
?? ????? 10 ?????? ?????? ? ?????????? ?????? [2]. ?? ???????? 6 ??????, ???
????????? ?????? ? ?????? ??????? ??????? ??? ?? ?????????? ? ??????????????
????????????? ?????????, ? ? ?????????? ????????? ?? ?????? ?????????????????? ?????? ???????-
????????????? ?????????????????? ?????????, ????????? ?????????? ?????????? ? ??????????
??????????, ?? ??? ?????????? ?????????? ??????????. ??? ? ??????????????????
?????????????????, ??? ?????????????? ??????. ??? ? ??????? ??????? ?????? (20 % ??) ?????
??????? ??? ? ?????????, ? ?????????????????????? ??????? ????????? [11, с. 69].

? ??? ?????, ?????????????????? ?????????????? [12], ??? ??? ??????????
????????????????????? ??? ?????????? ?????????????????? ? 60 % ?? ? ???, ??? ??? ?????? ?
???????? 2. ?????? ?????????????? ?????? ?????????? ??? ?????? ?????????? ???????,
????????????????????? ??????-????????????? ? ?????????-????????????? ?????????.



??????? 6. ???????? ??????? ???????? ??? ???????? ???????????? ??? ?????????????? ???????????? «2» ? ??? ?? ?????????????? «1»

???????? 2.

??????????? ???????? (????²) ?????????????? ???????? ?????????????? ?????? ? ?????????????? ?????????????? ??????????

??? ???????????	??? ??????????		
	I	IIA	IIB
3—5 ?????????????? ?? 4 ?????????? ? ??????? 90 % ?? 3 ?????????? ???????			
??	4869	5615	4926
??????	5475	6903	6171
9—11 ???????????? ?? 3 ?????????? ? ??????? 75 % ?? 2 ?????????? ???????			
??	4155	5238	4556
??????	4701	6090	5798
20—28 ?????????????? ?? ??? ?????????? ? ?????????? ? 1 ??????? ? ??????? 30 % ??			
??	3894	5217	4564
??????	4297	5633	5181

????????.

? ???? ???????? ?? ?????????????? ????????????????, ??? ???????? ??????. ??????

????????, ??? ?? ????? ????? ??? ????? ????????? ? ?? ??? ???????, ?? ??????
???????????? ?????? ????? ?????????????, ?????? ?????????? ?????????????? ??????????
??? ????????????? ?????????? ?????????????????? ??????????, ?????? ?????????? ??????
????????? ??????????????, ?? ??? ?????? ??? ?????????? ???????.

?????? ?????????????:

1. ????? ?. ????????? ?????????? ?????????????? ? ????????????? ????????????? /
????????? ., ?????????? ?.?.; ????????? ? ?????????????? — ?????????? ?.?. — ?????:
????????????? ?????????????, 2001 — 148 ?.
2. Scott W., Stevens J., Binder–Macleod S.A. Human Skeletal Muscle Fiber
Type Classifications // Physical Therapy November 2001 vol. 81 no. 11
1810—1816.
3. Wernbom M., Järrebring R., Andreasson M.A., Augustsson J. Acute effects of
blood flow restriction on muscle activity and endurance during fatiguing dynamic
knee extensions at low load. // J Strength Cond Res. 2009 Nov; 23 (8): 2389—95.
4. Fry C.S., E.L. Glynn, M.J. Drummond, K.L. Timmerman, S. Fujita, T. Abe, S.
Dhanani, E. Volpi, B.B. Rasmussen. Blood flow restriction exercise stimulates
mTORC1 signaling and muscle protein synthesis in older men. Journal of Applied
Physiology, 2010; 108 (5): 1199 DOI: 10.1152/japplphysiol.01266.2009.
5. Cardinale M. Strength and Conditioning: Biological Principles and Practical
Applications / Cardinale M., Rob Newton R., Kazunori Nosaka.; Oxford: John
Wiley & Sons, Ltd, 2011 — 483 ?.
6. Schoenfeld B.J. The mechanisms of muscle hypertrophy and their application
to resistance training. J Strength Cond Res 24 (10): 2857—2872; 2010.
7. Witczak C.A., Sharoff C.G., Goodyear L.J. (September 2008). “AMP-
activated protein kinase in skeletal muscle: From structure and localization to its
role as a master regulator of cellular metabolism”. Cell. Mol. Life ScD.
8. The mechanism, by which AMPK inhibits protein synthesis potentially
depends on down- and up-regulation of mTOR and eEF2 kinase signalling to 4E-
BPs and eEF2, respectively (Horman et al. 2002; Inoki et al. 2003; Chan et al.
2004).
9. Enoka R.M. Modulation of motor unit activity in biceps brachii in response to
neuromuscular electrical stimulation applied to the contralateral arm //
Conference: European College of Sport Science, Amsterdam, 2014.
10. Phillips SM1, Tipton KD, Aarsland A, Wolf SE, Wolfe RR. Mixed muscle
protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. // Am J
Physiol. 1997 Jul; 273 (1 Pt 1):E99 — 107.
11. T. Yasuda, T. Abe, Y. Sato, T. Midorikawa, C.F. Kearns K. Inoue, T. Ryushi,
N. Ishii Muscle fiber cross-sectional area is increased after two weeks of twice
daily KAATSU-resistance training // Int. J. KAATSU Training Res. 2005; 1: 65—70.

12. Gerson E.R. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones // Accepted: 14 June 2002 / Published online: 15 August 2002.