

AZ EMBERI IZMOK ROSTÖSSZETÉTELE

Írta: JÓZSA LÁSZLÓ, DEMEL ZSUZSA és RÉFFY ANTAL

Országos Traumatológiai Intézet Morfológiai Osztálya, Budapest

JÓZSA, L.—DEMEL, Zs.—RÉFFY, A.: *Fibre composition of human muscles*. The fibre composition of 24 human muscles (hand- arm-, gluteal, femoral, etc.) were investigated by histochemical methods. The hand muscle of the dominant side (right side by the right-handed, and left side by the left-handed persons) had a significantly higher amount of type 2 fiber than type 1 fiber. In the same subjects the fiber composition of the other investigated muscles were practically same on the dominant and on the non-dominant side. The mechanical employment, the character of work, age, and the sex did not cause any difference in the fibre composition of the investigated muscles.

Key words: human muscles, fibre composition, hand muscles, handedness, fiber-type.

Bevezetés

Az izmok rostösszetétele és a teljesítmény közötti összefüggésekre a közelmúltban figyeltek fel (HEDBERG és JANSSON 1976, FOSTER et al. 1978, COSTILL et al. 1976). Jelenleg az anyaggyűjtés stádiumában vagyunk, és tulajdonképpen még nincs olyan „térképünk”, amely az emberi izmok rostösszetételét jelezné. ANDERSEN et al. (1962) a nomád lappok fizikai teljesítményét és oxigénfogyasztását hasonlították össze városi és falusi környezetben élő norvégokéval és svédekével. ELSNER (1966) az amerikai indiánok és más rasszbeliek teljesítménye között nem talált szignifikáns különbséget. Ezzel szemben LEARY és WINDHAM (1965) a nemzetközi élvonalhoz tartozó atléták maximális fizikai kapacitása között rasszbeli különbségeket talált. PRAMPERO és CARRETELLI (1969) természeti körülmények között élő négerrek maximalis izomtevékenységét eltérőnek találta a fehér emberekétől; megjegyzi, hogy ennek egyik oka a lábszárizomzat sajátos felépítésben keresendő.

Az utóbbi években kezd világossá válni, hogy a néger atléták miért olyan kiválóak a rövid- és középtávú futószámokban, de szinte semmi szerepet nem játszanak dobó számokban. Először COSTILL et al. (1976) mutatták ki 1976-ban, majd többen igazolták, hogy a hosszútávú futók, sielők lábizomzatának rostösszetétele más, mint a rövidtávúfutóké vagy ugró, dobó atlétáké. Azt viszont tudjuk, hogy nem az edzés alakítja ki az izmok rostösszetételét, hanem az genetikusan determinált, tehát azokból lesz kiváló rövid- vagy hosszútávúfutó, akiknek bizonyos rostösszetételű a lábszárizomzatuk. KOMI et al. (1977) az egyiptetűjű ikrekben 99,5%-os rostazonosságot, kétpetűjűekben 92,8%-os rostösszetétel azonosságot találtak.

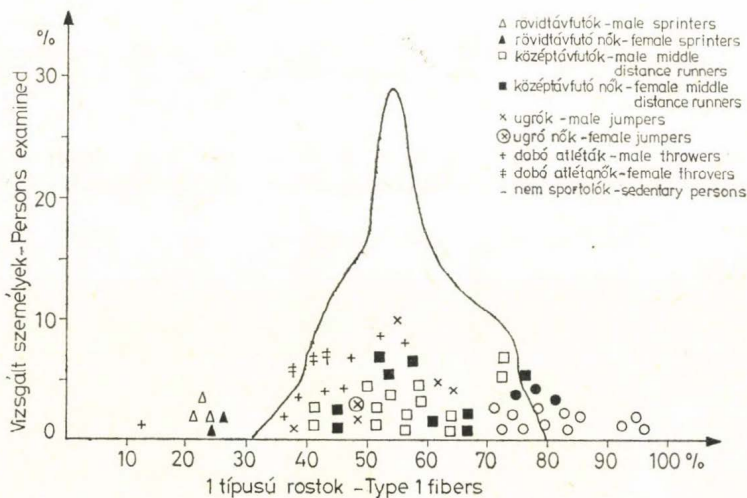
LORENZINI 1678-ban írta le, hogy nyulakban kétféle színű izom található. RANVIER (1873) állapította meg, hogy a „vörös” izom lassan, a „fehér” izom

1. táblázat

Az emberi izomrostok legfontosabb jellemzői
 Table 1. Characteristics of human muscle fibers

Anatómiai sajátosságok — <i>Anatomical properties</i>		
Szín <i>Colour</i>	vörös <i>red</i>	fehér <i>white</i>
Vérellátás <i>Blood supply</i>	bőséges <i>many</i>	gyébrebb <i>few</i>
Rostátmérő <i>Fiber diameter</i>	kicsi <i>small</i>	nagy <i>great</i>
Motoros véglemez <i>Motor endplate</i>	egyszerű <i>simple</i>	fürtszerű, elágazó <i>complex abundant</i>
Elektronmikroszkópos sajátosságok — <i>Electron microscopy</i>		
Z-membrán <i>Z-line width</i>	vastag <i>broad</i>	vékony <i>narrow</i>
Mitochondriumok száma <i>Mitochondria</i>	magas <i>many</i>	alacsony <i>few</i>
Mitochondriális lemezek száma <i>Mitochondrial crist</i>	bőséges <i>many</i>	gyér <i>few</i>
Sarcoplasmas reticulum <i>Sarcoplasmic reticulum</i>	kevésbé fejlett <i>weakly</i>	jól fejlett <i>many</i>
Hisztokémiai sajátosságok — <i>Histochemical stains</i>		
Oxydatív enzimtartalom (SDH, MDH, Cytochrom C, NADH-diaforáz, NADPH-diaforáz stb.) <i>Oxydative enzymes (SDH, MDH, Cytochrom C, NADH, NADPH, etc.)</i>	magas <i>heavily stained</i>	alacsony <i>weakly</i>
Foszforiláze tartalom <i>Phosphorilase</i>	alacsony <i>weakly</i>	magas <i>heavily stained</i>
Myofibrilláris ATP-áze <i>Myofibrillar ATP-ase</i>	alacsony <i>weakly</i>	magas <i>heavily stained</i>
Kreatin foszfokináz <i>Creatine PK</i>	alacsony/közepes <i>moderately</i>	magas <i>heavily stained</i>
Lipid tartalom <i>Lipid content</i>	magas <i>many</i>	alacsony <i>weakly</i>
Glykogén tartalom <i>Glycogen content</i>	alacsony/közepes <i>weakly/moderately</i>	magas <i>many</i>
Foszfofruktokináz <i>Phosphofructo- kinase</i>	alacsony <i>weakly</i>	magas <i>heavily stained</i>
Myoglobin tartalom <i>Myoglobin content</i>	magas <i>many</i>	alacsony <i>weakly</i>
Élettani tulajdonságok — <i>Physiology</i>		
Összehúzódás <i>Contraction time</i>	lassú, tónusos <i>slow</i>	gyors, tetaniás <i>fast</i>
Fáradékonyság <i>Fatigue</i>	gyors <i>resistant</i>	lassú <i>sensitive</i>
Erőkifejtés <i>Dynamic use</i>	nagy <i>postural activity</i>	alacsony <i>fast phasic contraction</i>
Elnevezés — <i>Nomenclature</i>		
	1. típusú <i>Type 1</i>	2. típusú <i>Type 2</i>
	vörös <i>red</i>	fehér <i>white</i>
	lassú <i>slow</i>	gyors <i>fast</i>
	tónusos <i>tonic</i>	tetaniás <i>tetanic</i>
	oxydatív <i>oxydative</i>	glycolitikus <i>glycolytic</i>

gyorsan kontrahálódik. E vizsgálatok hosszú időre félbeszakadtak, ill. nem hoztak további új eredményeket addig, amíg OGATA és MORI (1964) az izmok oxydatív enzimaktivitása alapján többféle izomrostot talált. Ezeket a kísérletes megfigyeléseket gyorsan követték az emberi anyagon végzett vizsgálatok (DUBOWITZ és PEARSE 1960, ENGEL 1962, OGATA és MORI 1964 stb.). A hisztokémiai, biokémiai, majd fiziológiai vizsgálatok tisztázták, hogy számos állatfajban (tengeri malac, nyúl, macska) háromféle izomrost található, ezek anyagcseréje, kontrakciós sajátosságai eltérőek. Emberben és majmokban alapvetően két rosttípus különíthető el, bár mindkét fő típuson belül alcsoportok is kimutathatók. Az ember valamennyi izma „kevert” izom (a kétféle izomrost különböző arányban alkotja), szemben egyes állatokkal, melyekben „tisztá” (csak egyféle rostot tartalmazó) és kevert izmok egyaránt előfordulnak. Az emberi izomrostok legfontosabb jellemzőit az 1. táblázatban foglaltuk össze. Az izmok teljesítménye elsősorban a rostösszetételtől függ, a gyakorlás az egyes izomrostok teljesítményét (enzimkapacitását, oxigénfelhasználást stb.) befolyásolja, de a rostösszetételt, és ezzel együtt az izom alapvető sajátosságait nem változtatja meg (GOLLNICK et al. 1972, HARRIS et al. 1976, ERIKSSON et al. 1973, HEDBERG és JANSSON 1976, ANDERSEN és HENRIKSSON 1977, ANDERSEN és KROESEN 1978 stb.). Igen érdekesek COSTILL et al. (1976) vizsgálatai, akik megállapították, hogy a hosszútávfutók lábszárizmaiban 70—90 százalék lassú, a vágózókéban 70—80% gyors izomrost található. SALTIN et al. (1977) nagyobb anyagon igazolták e megállapításokat (1. ábra). E vizsgálatok nagy többsége egy-egy, legfeljebb két izomra vonatkozik, leginkább a lábszár, (m. gastrocnemius, m. soleus), comb (m. vastus lateralis) vagy vállfelkar (m. deltoideus, m. biceps brachii) rostösszetételét vizsgálták. Átfogó, valamennyi izmot vagy legalább izomcsoportokat vizsgáló munka nem készült, a kéz és ujjmozgató izmokra egyáltalán nem találtunk adatot. Mind a mai napig legátfogóbbnak JOHNSON et al. (1973) felmérése látszik, akik



1. ábra. Az atléták m. vastus lat. izmának rostmegoszlása (SALTIN után)

Fig. 1. Fibre type composition of m. vastus lateralis in athletes and in sedentary persons (after SALTIN)

holttestek izmait vizsgálták, és így 8 izom (m. vastus lateralis, m. rectus femoris, m. gastrocnemius, m. tibialis ant., m. soleus, m. deltoideus, m. biceps brachii és m. triceps brachii) rostösszetételét adták meg.

Az izmok rostösszetétele határozza meg az egyén fizikai teljesítőképességének lehetőségeit, bizonyos élettani sajátosságokat, ezért úgy véljük, hogy az izmok rostösszetételének ismerete antropometriai adat, és ugyanolyan fontos, mint más morfológiai adat. Tudjuk, hogy egyelőre nem általános az antropológiában az izom rostösszetételének vizsgálata, de már kilépett a szorosan vett patológiai vizsgálatok tárgyköréből; már nemcsak a kóros, hanem az ép élettani-antropológiai adatfelmérések időszakában vagyunk. Ezért tartjuk szükségesnek emberi izmokon végzett vizsgálataink ismertetését.

Anyag és módszerek

I. Az Országos Traumatológiai Intézetben *baleset következtében elhunyt* 18—45 éves *egészséges* egyének izmait vizsgáltuk. A halál után maximálisan 8 órán belül, azonos helyről mintát vettünk mindkét oldali izmokból.

M. flexor pollicis longus	}	Ujj- és csukló mozgató izmok
M. flexor digitorum sublimis		
M. flexor carpi radialis		
M. extensor digit. comm.		
M. extensor pollicis longus	}	Karizmok
M. biceps brachii		
M. triceps brachii	}	Vállizom
M. deltoideus		
M. pectoralis maior	}	Mellkasfali izom
M. gluteus maximus		
M. rectus femoris	}	Combizmok
M. sartorius		
M. soleus	}	Lábszárizmok
M. gastrocnemius		
M. tibialis anterior		
M. extensor digitorum		

II. Műtétek közben *izombiopsiát* vettünk, a műtéti területbe bekerült ép izmokból. (A hullai anyagból származó izmokon kívül, az alábbi izmokat vizsgáltuk.)

M. lumbricalis	}	Ujj- és csukló mozgató izmok
M. interosseus		
M. palmaris long.		
M. palmaris brevis		
M. opponens pollicis		
M. adductor pollicis		
M. abductor pollicis		
M. flexor carpi ulnaris	}	Karizmok
M. flexor digitorum profundus		
M. biceps brachii	}	Comb-csípő izmok
M. triceps brachii		
M. adductor femoris	}	
M. gluteus medius		
M. gluteus maximus		
M. psoas maior		

Az I. csoportban szereplő (cadaverekből való) izmok egy-egy egyénből származnak, ill. pontosabban azonos személy több izmát sikerült vizsgálnunk. A II. csoportban egy-egy személyből egy, legfeljebb két izmot tudtunk vizsgálni (2. táblázat). Összesen 151 személyből származó 637 izmot értékeltünk.

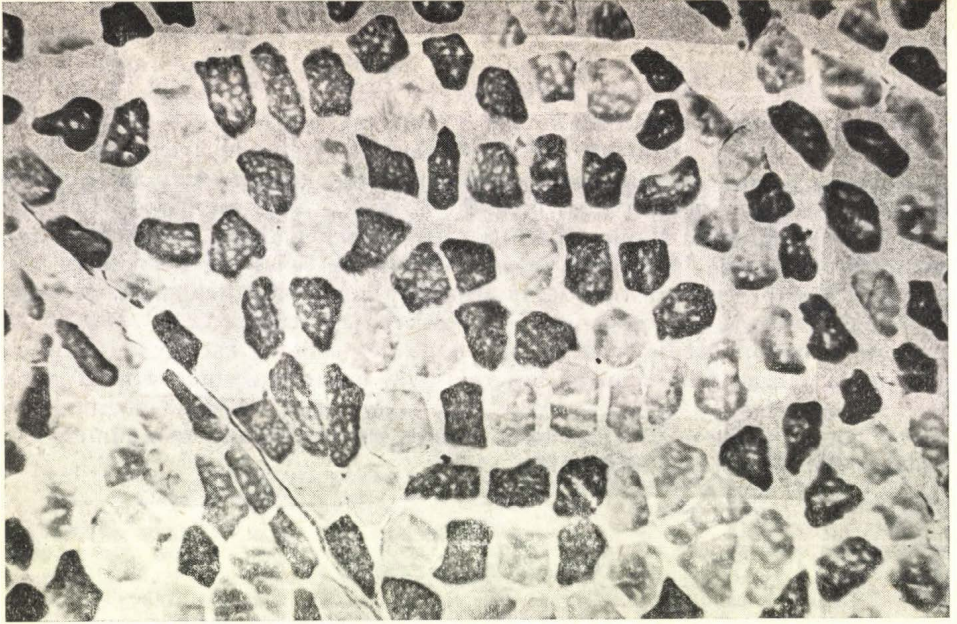
Az eltávolított izmrészeket folyékony nitrogénben (-160°C) vagy szén-savhóban (-60°C) tartottuk feldolgozásukig. A fixálatlan kriosztát sorozatmetszetekben szukcindehidrogenáze (SDH) és myofibriális-ATP-áze (pH 9,4) enzimkimutatási reakciót végeztünk (2., 3. ábra). Az enzimreakciók alapján a kétféle rosttípus jól elkülöníthetővé vált, és reakciónként 2—300 rost típusát határoztuk meg. A meghatározásoknál mindig teljes lobulusokat vettünk fel, így a besorolt izomrostok száma általában nem volt kerek szám, de fontosabbnak tartottuk, hogy anatómiai egységeket vizsgáljunk. Az SDH és ATP-áz reakcióval kapott eredmények 98,6%-os azonosságot adtak, így minimálisan 400, maximálisan 600 izomrost besorolásával határoztuk meg a rostösszetételt. A metszetek értékelése „vakon”, azaz úgy történt, hogy a vizsgáló nem tudta, hogy melyik oldalról származó, milyen izmot vizsgált. Az eredményeket Student-féle t-próbával értékeltük.

2. táblázat

A vizsgált izmok megoszlása

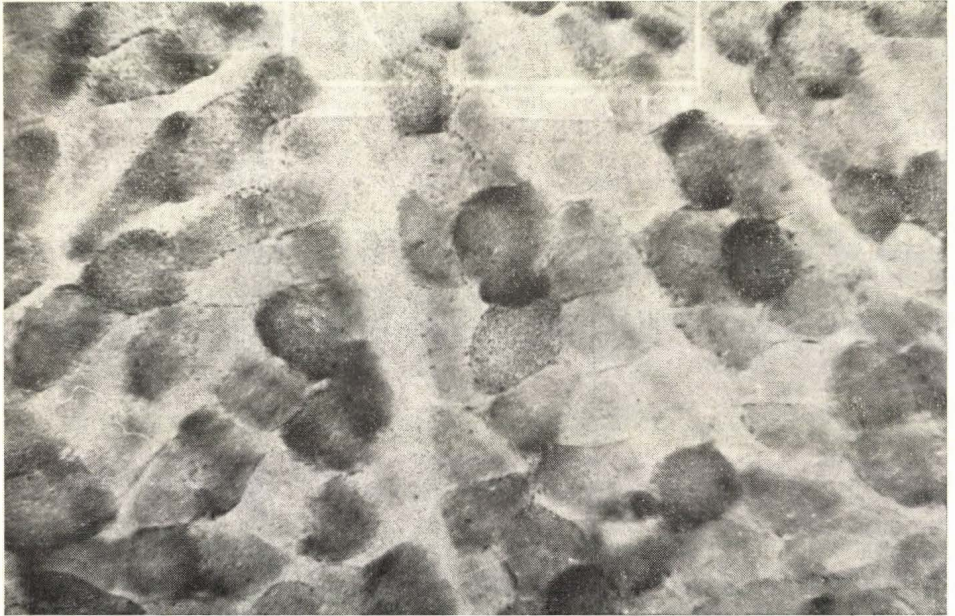
Table 2. The numerical distribution of the different human muscle samples from the right and left side, according to sex and dominant side of the patients

Izom Muscle	Domináns oldal: jobb Dominant side: right		Domináns oldal: bal Dominant side: left	
	Jobb oldal Right side Férfi/Nő Male/Female	Bal oldal Left side Férfi/Nő Male/Female	Jobb oldal Right side Férfi/Nő Male/Female	Bal oldal Left side Férfi/Nő Male/Female
M. flexor dig. subt.	16/4	16/4	3/1	3/1
M. flexor poll. long	16/4	16/4	3/1	3/1
M. flexor carpi rad.	16/4	16/4	3/1	3/1
M. ext. digit. comm.	16/4	16/4	3/1	3/1
M. ext. pollic. long.	16/4	16/4	3/1	3/1
M. lumbricalis.	6/3	4/4	1/0	1/0
M. interosseus	7/3	4/4	2/0	2/0
M. palmaris long.	9/2	3/3	1/0	2/2
M. opponens pollic.	4/0	2/2	—	—
M. abductor pollic.	7/2	5/1	1/1	2/0
M. adductor pollic.	7/2	4/0	2/1	—
M. flexor carpi uln.	9/5	4/4	1/1	0/2
M. flexor digit. prof.	7/3	9/2	—	1/2
M. biceps brachii	16/3	10/3	1/1	1/1
M. triceps brachii	19/3	19/3	1/1	1/1
M. deltoideus	7/4	7/4	1/1	1/1
M. pectoralis	4/4	2/2	—	—
M. gluteus max.	6/1	6/1	1/1	1/1
M. rectus fem.	5/2	5/2	2/0	2/0
M. tibialis ant.	6/1	6/1	—	—
M. soleus	6/1	6/1	1/1	1/1
M. gastrocnemius	6/1	6/1	—	—
M. sartorius	7/2	5/2	1/1	1/1
M. ext. digit. long.	7/1	6/2	—	—
	226/63 = 289	193/62 = 255	31/14 = 45	31/17 = 48



2. ábra. Emberi izmok ATP-áz reakciója. A sötét festődésűek (magas ATP-áz aktivitásúak) a 2. típusú izomrostok (120 ×)

Fig. 2. ATP-ase (pH 9.4) activity in human muscle. The type 2 fibers stained darkly (120 ×)



3. ábra. A magas oxidatív enzimaktivitású, 1. típusú izomrostok SDH reakcióval sötét festődésűek (200 ×)

Fig. 3. High oxidative enzyme activity (darker fibers) in type 1 fibers (SDH reaction, 200 ×)

Eredmények

A kézizmok rostösszetétele igen szűk határok között váltakozott, ill. eltérés csak a jobb és bal kéz izmai között mutatkozott. A jobbkezeseekben a jobb kéz, a balkezeseekben a bal kéz izmaiban volt magasabb a 2. típusú rostok aránya. A nem domináns oldali kézizmokban az 1. típusú rostok voltak többségben ($p < 0.01$) (3. táblázat).

A kézizmok kivételével egyéb testtájékról vett izmokban oldalisági eltérés nem volt. Vonatkozik ez a karizmokra is, függetlenül attól, hogy a vizsgált személy jobb- vagy balkezes volt. A m. biceps brachii-ban és m. triceps brachii-ban lényegében azonos volt a rostösszetétel, az 1. és 2. típusú rostok nagyjából azonos arányban (52 : 48, ill. 51 : 49) alkották a felkarizmokat. A m. pectoralis-ban és deltoideusban az 1. típusú rostok domináltak. Az alsó végtag izmaiban tág határok között változott a rostösszetétel. Az 1. típusú rostok aránya legalacsonyabb a m. rectus femorisban, legmagasabb a m. gluteus maximusban volt. Az egyes izmok rostösszetételében nagyobb egyéni eltéréseket találtunk az alsó végtagon, mint a felsőn (3. táblázat).

3. táblázat

A vizsgált izmok 1. típusú rostjainak százalékos aránya

Table 3. The fibre composition of the different human muscles from the right and left side, according to dominant side. The fibre composition is given in per cent of the type 1.

Izom Muscle	Domináns oldal: jobb Dominant side: right		Domináns oldal: bal Dominant side: left	
	Jobb oldal Right side	Bal oldal Left side	Jobb oldal Right side	Bal oldal Left side
M. flexor dig. subl.	45,9 ± 2,1	54,8 ± 1,3	54,7 ± 1,6	48,2 ± 2,0
M. flexor pollic. long.	47,3 ± 1,9	53,2 ± 1,7	53,3 ± 2,3	45,8 ± 1,3
M. flexor carpi rad.	48,1 ± 1,3	53,9 ± 1,8	55,4 ± 2,1	47,6 ± 1,8
M. extens. dig. comm.	46,8 ± 2,4	54,5 ± 2,0	52,8 ± 2,2	46,1 ± 2,4
M. extens. pollic. long.	46,5 ± 1,5	55,1 ± 1,9	55,1 ± 1,9	47,4 ± 2,2
M. lumbric.	34,3 ± 2,9	49,2 ± 3,1	50,6 ± 2,9	36,5 ± 2,7
M. interosseus	29,6 ± 6,1	48,5 ± 5,4	51,0 ± 5,9	31,0 ± 3,8
M. adduct. pollic.	31,5 ± 4,3	51,0 ± 6,2	48,6	36,2
M. abductor pollic.	38,6 ± 4,0	47,9 ± 5,4	49,0 ± 3,8	35,2 ± 2,9
M. flexor carpi uln.	44,2 ± 6,3	52,8 ± 2,9	54,6	42,7
M. flexor dig. prof.	40,6 ± 5,2	54,3 ± 4,7	56,0	41,1 ± 4,2
M. biceps brachii	53,4 ± 2,1	53,0 ± 2,9	51,9	52,3
M. triceps brachii	51,0 ± 2,6	52,1 ± 1,5	50,8	51,2
M. deltoideus	62,4 ± 3,8	61,6 ± 3,5	59,1 ± 4,7	60,9 ± 4,1
M. pectoralis	72,5 ± 4,0	72,6 ± 6,2	—	—
M. palmaris long.	44,6 ± 5,1	51,6 ± 3,0	53,0	42,6 ± 4,7
M. opponens pollic.	39,8 ± 6,3	50,3 ± 4,8	—	—
M. gluteus max.	86,5 ± 6,5	85,0 ± 6,0	85,9	87,1
M. rectus fem.	42,8 ± 3,9	43,2 ± 4,2	43,6 ± 3,1	44,0 ± 2,8
M. tibialis ant.	60,8 ± 4,6	61,4 ± 5,5	—	—
M. soleus	78,5 ± 7,1	77,0 ± 8,2	77,6	78,2
M. gastrocn.	46,5 ± 3,8	45,9 ± 4,4	—	—
M. sartorius	62,9 ± 4,5	65,3 ± 5,1	63,0	62,8
M. ext. dig. long.	59,3 ± 6,0	61,0 ± 5,7	—	—

Megbeszélés

A test különböző izmai között lényeges eltérés volt a rostösszetételben. A kézizmokban, elsősorban a kisizmokban és az ujjmozgató izmokban 2. típusú rosttúlsúlyt találtunk. A jobb és bal kéz izmainak összetétele szignifikánsan különbözött. A jobbkezesekben a jobb kézben, a balkezesekben a bal kéz izmaiban szignifikánsan magasabb a 2. típusú (gyors) rostok aránya, mint a nem domináns kéz izmaiban (JÓZSA et al. 1981). Ez a különbség csak a tenyéri és alkari izmokban (elsősorban ujjmozgató izmokban) mutatható ki. A felkar izmaiban nem találtunk rostösszetételbeli különbséget, amely a domináns oldalra utalt volna. Ugyancsak nem volt különbség a láb-, ill. combizmokban a két oldal között. A kéz- és ujjmozgató izmok rostösszetételéről irodalmi adatot nem találtunk. Az általunk észlelt oldalkülönbséget a domináns oldal domináns beidegzésével magyarázzuk. A kéz ujjai (elsősorban a hüvelykujj) olyan bonyolult, sokféle mozgást végez, hogy agykérgi centruma a kézizmoknak lényegesen nagyobb területű, mint a sokkal nagyobb tömegű törzs- és alsóvégtagi izmoknak együttvéve. Ezzel az ismert idegéletteni jelenséggel magyarázzuk azt, hogy miért csak a kézizmokban lehet oldalisági differenciát kimutatni, és a láb-, ill. combizmokban nem. A kézizmokban találtuk a legmagasabb 2. típusú rostarányt, a felkarizmokban nagyjából azonos volt a vörös és fehér rostok aránya. Ezzel szemben az antigravitációs és egyensúlyi izmokban, mint pl. m. gluteus, m. soleus stb., az 1. típusú rostok domináltak, arányuk némely izomban elérte a 80—90%-ot. Az antigravitációs és egyensúlyi izmok állandó tónusa a subcorticalisan vezérelt állandó mozgásokkal biztosítja az egyenes testtartást, a kétlábos állást, járást. Valószínűleg ez az állandó igénybevétel, tónus magyarázza azt, hogy ezekben az izmokban a tónusos rostok túlsúlya alakult ki.

1. *Az izomcsoportok (hajlító, feszítő stb.) rostösszetétele*: Nem találtunk eltérést a hajlító és feszítő rostösszetételében, ill. az eltérés nem hozható összefüggésbe az izom működésével. A kéz- és ujjmozgató izmokban minimális, nem következetes eltérés mutatkozott a hajlító és feszítő rostösszetételében. A felkaron a hajlító m. biceps brachii-ban valamivel magasabb a 2. rostok aránya, azonban nincs matematikailag értékelhető különbség a m. biceps és triceps között. A combon a feszítőkből nem szignifikánsan magasabb a 2. rostok aránya. A lábszáron a hajlító között egyaránt található 1. és 2. rostdominanciájú izom, míg a feszítők között kicsiny a rostösszetételbeli eltérés, minimális 1. rosttúlsúly észlelhető bennük.

Vizsgálataink alapján azt mondhatjuk, hogy nincs olyan rostösszetételbeli különbség az emberi izmokban, amely funkciójukkal (flexor, extensor, rotator, adductor stb.) összefüggésbe hozható volna. Ez nehezen magyarázható, hiszen ezen izmoknak nemcsak funkciója, hanem fejlődése is eltérő. JÓZSA és BÁLINT (1977) kimutatta, hogy újszülöttkorra csak a hajlító fejlődnek ki teljesen, ezeknek inaik is érett szerkezetűek, ezzel szemben a feszítőknak csak a postnatalis életben fejlődnek ki. HETTINGER és HOLLMANN (1969) a két oldal izmai között nem észlelt dinamometriásan kimutatható különbséget, ezzel szemben eltérőnek találta a hajlító—feszítő izomerejét a kézen, karon, lábakon. ROHMERT és PREISING (1968) a két kar és kéz hajlító, feszítő, pronátor és supinator izmainak erejét hasonlították össze, és azt találták, hogy az egyes izomcsoportok ereje eltérő, de a két oldal között csak akkor van eltérés, ha az egyik oldal túlzottan igénybevett, a másikkal szemben. FUKUNAGA (1976) valamennyi izom

fajlagos erejét azonosnak, az abszolút izomerőt izomkeresztmetszettől függőnek találta, és nem vesz tudomást az izmok eltérő rostösszetételéről. Ezzel szemben ENDSTRÖM és EKBOM (1972) azt találta, hogy nagy és rendszeres testi megerőltetés (súlyemelés) csak a 2. típusú rostok hypertrophiáját okozza, FOSTER et al. (1978) pedig úgy találták, hogy az edzés elsősorban az 1. izomrostokra, azok oxydatív anyagcseréjére hat. Az irodalmi adatok hiányosak, és igen ellentmondóak. Nem tudjuk megmagyarázni, hogy miért nincs rostösszetétel-differencia a különböző mozgáskvalitásokat végző izomcsoportok között.

2. *Az életkor és nem hatása*: Vizsgálatainkat egészséges fiatal és középkorú felnőtteken végeztük, bár kisszámú, de a feldolgozásban nem szereplő, gyermekizmot is vizsgáltunk. Nem találtunk összefüggést az életkor és az izomrostösszetétel között. DUBOWITZ és BROOKE (1973) szerint a 2. életév végére kialakul a végleges izomrostösszetétel, és ezután már nem változik az életkorral.

A férfiak és nők között nemcsak mi magunk, hanem mások (JOHNSON et al. 1973, SALTIN et al. 1977, NYGAARD és GÖRICKE 1976 stb.) sem találtak rostösszetételbeli eltérést.

3. *A foglalkozás és rostösszetétel*: Anyagunkban külön vizsgáltuk a különböző foglalkozásúak izmainak rostösszetételét. Nehéz testi munkás (bányász, kubikus, rakodó-szállító munkás), könnyű testi munkás (szabó, varrónő, kereskedő, műszerész), értelmiségi (tanár, könyvelő) foglalkozású vizsgálati személyeink izmaiban nem találtunk a foglalkozással összefüggésbe hozható rostösszetétel eltéréseket. A testi munka, az izmok megterhelése nem változtatja meg az izmok rostösszetételét, azonban az egyes izomrostok nagyságát, anyagcseréjét, enzimaktivitását, oxigénfogyasztását megváltoztatja (COSTILL et al. 1976, ENDSTRÖM és EKBOM 1972, FOSTER et al. 1978, GOLLNICK et al. 1973, GOLDBERG et al. stb.). Anyagunkban kiemelkedő sportoló nem szerepelt, és általában igyekeztünk az átlagos populációnak megfelelő anyagot vizsgálni. Úgy véljük, hogy anyagunk jól reprezentálja a magyar népeiséget, és mint ilyenben, az izmok rostösszetételében igen kevés egyéni variációt találtunk.

Összefoglalás

A szerzők 24-féle emberi izom rost-típus megoszlását vizsgálták. Megállapították, hogy a kéz- és ujjmozgató izmokban a domináns oldalon szignifikánsan magasabb a 2. típusú izomrostok aránya. A test más izmaiban oldalisági eltérést nem észleltek. Nem találtak a korral, nemmel, foglalkozással összefüggő rostarány-változást sem.

*

(Közlésre beérkezett 1981. június 22-én.)

IRODALOM

- ANDERSEN, K. L.—ELSNER, R. W.—SALTIN, B.—HERMANSEN, L. (1962): Physical fitness in terms of maximal oxygen intake of nomadic lapps. — Abstr. XXII. Int. Congr. Physiol. Sci. Leyden. (p. 739).
- ANDERSEN, P.—HENRIKSSON, J. (1977): Training induced changes in the subgroups of human type II. skeletal muscle fibres. — Acta physiol. scand. Suppl. 99; 123—125.
- ANDERSEN, P.—KROESEN, J. (1978): Capillary supply in soleus and gastrocnemius muscle of man. — Pflügers Arch. 375; 245—249.
- COSTILL, D. L.—DANIELS, J.—EVANS, W.—FINK, W.—KRAHENBUHL, G.—SALTIN, B. (1976): Skeletal muscle enzymes and fibre composition in male and female track athletes. — J. Appl. Physiol. 90; 149—154.

- DUBOWITZ, V.—BROOKE (1973): *Muscle biopsy. A modern approach.* — London.
- DUBOWITZ, V.—PEARSE, A. G. E. (1960): A comparative histochemical study of oxydative enzyme and phosphorylase activity in skeletal muscle. — *Histochemie*. 2; 105—117.
- ENDSTRÖM, L.—EKBOM, B. (1972): Differences sizes of red and white muscle fibers in vastus lateralis of musculus quadriceps femoris of normal individuals, and athletes. Relation to physical performance. — *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 30; 175—181.
- ENGEL, W. K. (1962): The essentiality of histo- and cytochemical studies of skeletal muscle in investigation of neuromuscular disease. — *Neurology*. 12; 778—794.
- ELSNER, R. W. (1966): Comparative physical fitness of American Indians and Caucasians. — *In: YOSHIMARA, T and WEINER, J. S. (Eds): Human Adaptability and its Methodology.* New York.
- ERIKSSON, B.—GOLLNICK, P. D.—SALTIN, B. (1973): Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11—13 years old. — *Acta physiol. scand* 87; 485—497.
- FOSTER, C.—COSTILL, D. L.—DANIELS, J. D.—FINK, W. J. (1978): Skeletal muscle enzymes activity, fiber composition and VO_2 max. in relation to distance running performance. — *Europ. J. appl. Physiol.* 39; 73—80.
- FUKUNAGA, T. (1976): Die absolute Muskelkraft und das Muskelkrafttraining. — *Sportarzt, Sportmed.* 27; 255—266.
- GOLDBERG, A. L.—ETLINGER, J. D.—GOLDSPIK, D. F.—JABELEKI C. (1975): Mechanism of work induced hypertrophy of skeletal muscle *Med. Sci. in Sport.* 7; 185—198.
- GOLLNICK, P. D.—ARMSTRONG, R. B.—SALTIN, C. W.—SAUBERT, I. V.—SEMBROWICH, W. L.—SHEPHERD, R. R. (1973): Effect of training on enzyme activity and fibre composition of human skeletal muscle. — *J. Appl. Physiol.* 34; 107—111.
- HARRIS, R. C.—ESSEN, B.—HULTMAN, E. (1976): Glycogen phosphorylase activity in biopsy samples and single muscle fibers of musculus quadriceps femoris of man at rest. — *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 36; 521—526.
- HEDBERG, G.—JANSSON, E. (1976): Skelettmuskelfiberkomposition. Kapacitet och intresse för olika fysiska aktiviteter bland elever i gymnasieskolan. — Rappor 54. Pedagogiska Institut. Umeå.
- HETTINGER, T.—HOLLMANN, W. (1969): Dynamometrische Messungen an Muskeln. — *Sportarzt, Sportmed.* 20; 18—25.
- JOHNSON, M. A.—POLGAR, J.—WEIGHTMAN, D.—APPLETON, D. (1973): Data on distribution of fibre types in thirty-six human muscles. An autopsy study. — *J. Neurol. Sci.* 18; 111—129.
- JÓZSA, L.—BÁLINT, J. (1977): Az emberi inak térszerkezete. II. Az inaszerkezet kialakulása az egyedfejlődés során. — *M. Traumatológia.* 20; 57—61.
- JÓZSA, L.—DEMEL, S.—RÉFFY, A. (1981): Fibre composition of human hand and arm muscles. — *Gegenbaurs morph. Jahrb. (Leipzig).* 127; 34—38.
- KOMI, P. V.—VIITASALO, J. H. T.—HAVU, M. (1977): Skeletal muscle fibres and enzyme activities in monozygous and dizygous twins of both sexes. — *Acta physiol. scand.* 100; 385—392.
- LEARY, W. P.—WINDHAM, C. H. (1965): The capacity for maximum physical effort of Caucasian and Bantu athletes of international class. — *S. A. Med. J.* 39; 651—655.
- LORENZINI, C. *Cit.*: PIEHL, K. (1975): *Medizin u. Sport* 15; 33—42.
- NYGAARD, E.—GÖRICKE, T. (1976): Morphological studies of skeletal muscles in women. — Report. No 99 of August Krogh Institute. Copenhagen.
- OGATA, T. (1958): A histochemical study of the red and white muscle fibers. Parts I—III. — *Acta Med. Okayama.* 12; 216—240.
- OGATA, T.—MORI, M. (1964): Histochemical study of oxydative enzymes in vertebrate muscles. — *J. Histochem. Cytochem.* 12; 171—182.
- PRAMPERO, P. E.—CARRETELLI, P. (1969): Maximal muscular power (aerobic and anaerobic) in african natives. — *Ergonomics.* 12; 51—59.
- ROHMERT, W.—PREISING, M. (1968): Rechts-Links Vergleich bei isometrischem Armmuskeltraining mit verschiedenen Trainingsreiz. — *Sportarzt, Sportmed.* 19; 43—55.
- RANVIER, F. *cit.*: PIEHL, K. (1975): *Medizin u. Sport.* 15; 33—42.
- SALTIN, B.—HENRIKSON, J.—MIKKELSEN, F.—NYGAARD, E.—SJØGARD, G. (1977): Menneskets Skelettmuskelfibregenskaber, funktion og adaptabilitet. — *in: STAFF P. H. (ed.): Nordisk Idrettsmedisinsk. Beitostølen.* 5—31. old.

A szerzők címe: DR. JÓZSA LÁSZLÓ
 Authors' address: DR. DEMEL ZSUZSA
 DR. RÉFFY ANTAL
 Országos Traumatológiai Intézet
 Budapest, P. O. Box 21
 H-1430