

# Telesna konstitucija i trening snage

Dr sci. med. Duško Spasovski

Ortopedski hirurg

Profesor fizičke kulture

Docent Medicinskog fakulteta u Beogradu

Zdravstvena komisija Sportskog saveza Beograda

CoreFitMax konsultant

[duskosp@gmail.com](mailto:duskosp@gmail.com)



# Pitanja

- **Da li je vežbač fizički zdrav?**
  - Upoređenje sa prosekom opšte populacije?
  - U ambulanti je bez bolova i dobrog obima pokreta (lekar meri ručno)?
  - On lično smatra da je zdrav, te ne ide kod lekara?
- **Da li je vežbač fizički spremam?**
  - Upoređenje sa populacijom sličnih sportista (ili sa tabičnim vrednostima, ili sa očekivanim rezultatima)?
  - Sport-specifični testovi (brzina, snaga, izdržljivost, agilnost, koordinacija, balans...)?
- **Da li će se vežbač povrediti?**
  - Oni unutrašnji faktori koje je moguće kontrolisati?
- **Kakav je efekat treniranja na telo?**
  - Merenje sportskog rezultata?
  - Periodično merenje nekih parametara?

# Ključna pitanja

- Kako i zašto trening deluje na:
  1. Telesnu konstituciju?
  2. Nastanak povrede?
  3. Sportsko postignuće?
- Kako treningom popraviti faktore 1 i 2  
a ne pokvariti faktor 3?

# Efekti treninga ~ efekti lečenja



# Čemu (sve) služi ova vežba?



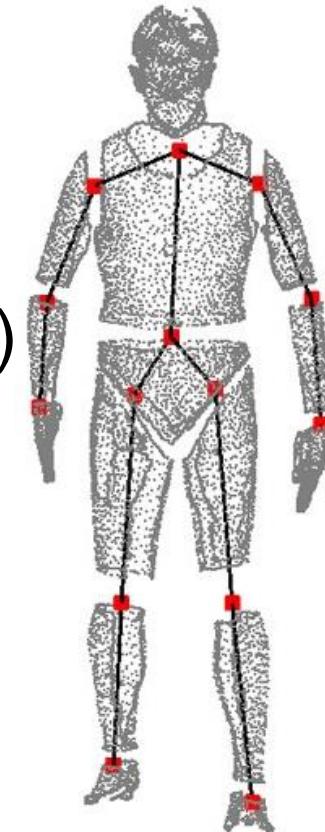
- Cilj vežbe?
- Parametri doziranja?
- Merenje efekta?

# Parametri doziranja: nuzefekti

- Efekat na pokretni segment
  - Neuro-mio-fascijalni elementi
  - Koštani elementi
- Efekat na proksimalni segment
  - Stabilizaciona stimulacija
- Efekat na ostale segmente
  - Angažovanje mišića u motornim obrascima
- Mogućnost progresije u stimulaciji

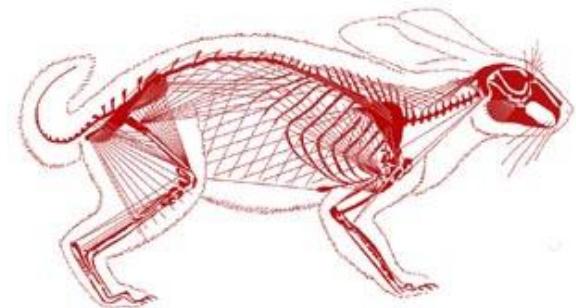
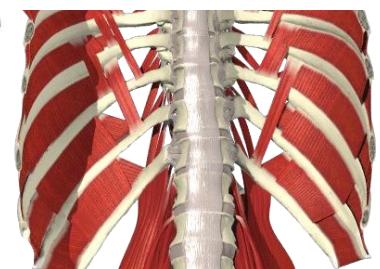
# Dodatni parametri doziranja vežbe

- Broj pokretnih segmenata (11-16)
- Za svaki segment
  - Dejstvo gravitacije (početni položaj)
  - Vrsta aktivnosti (prisustvo i pravac pokreta)
  - Karakter aktivnosti (pasivna ili aktivna; koncentrična, izometrijska, ekscentrična)
- Vrsta rekvizita
- Vrsta podloge
- Jednofazni vs višefazni pokreti



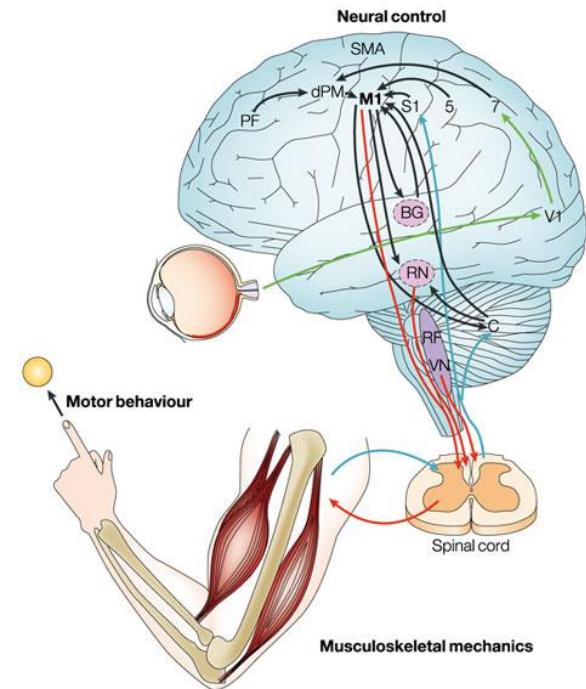
# Kako odrediti cilj vežbanja?

- Lokalni i globalni mišići
- Neuromio-fascijalna mreža
- Tenzioni integritet



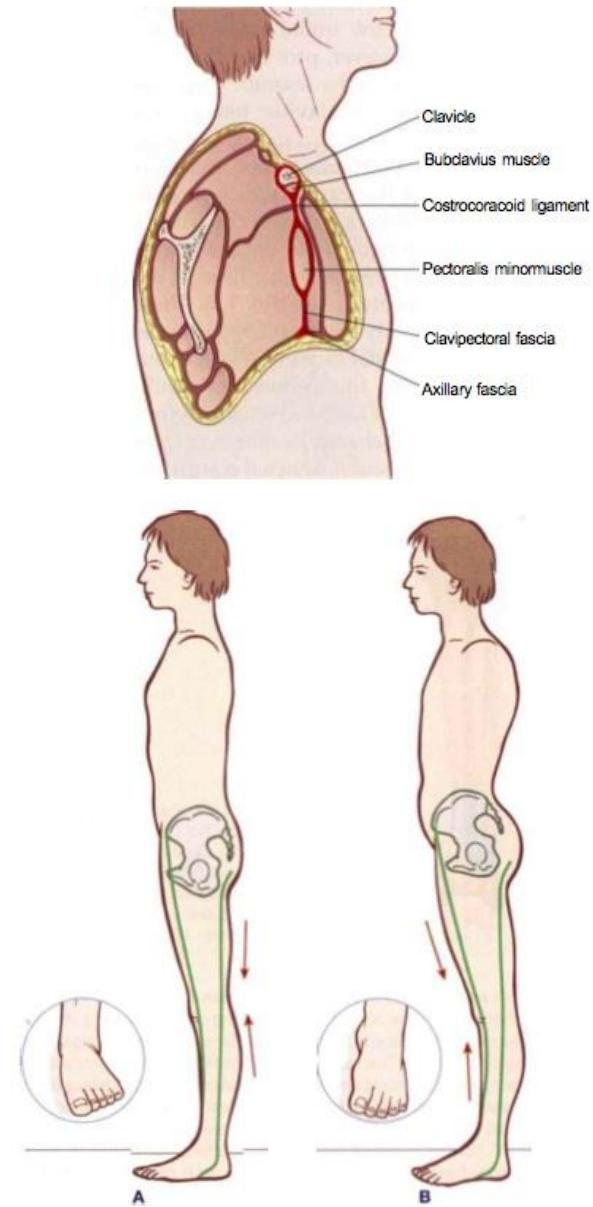
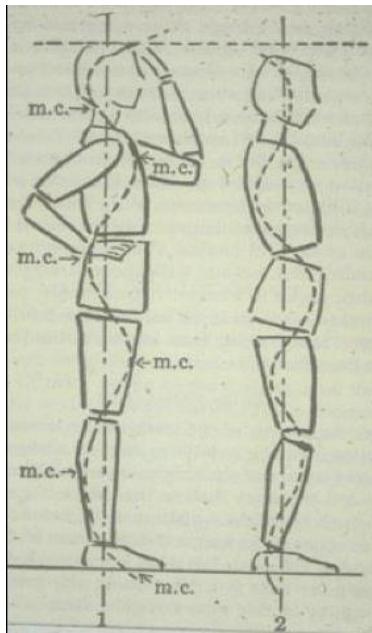
# NEUROmiofascijalna mreža

- Stabilizacija vs mobilizacija
- Lokalni vs globalni mišići
- Vežbanje pokreta, a ne mišića
- Izolovani vs složeni pokret
- Core
  - Core mišići (stalni, povremeni)
  - Core i disanje
  - Core i vegetativne funkcije



# neuroMIOFASCIJALNA mreža

- Miofascijalni snopovi (Myers)

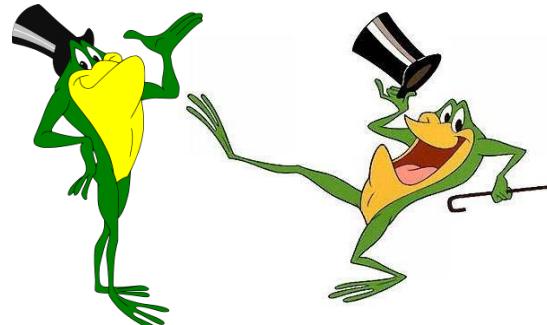


# neuroMIOFASCIJALNA mreža

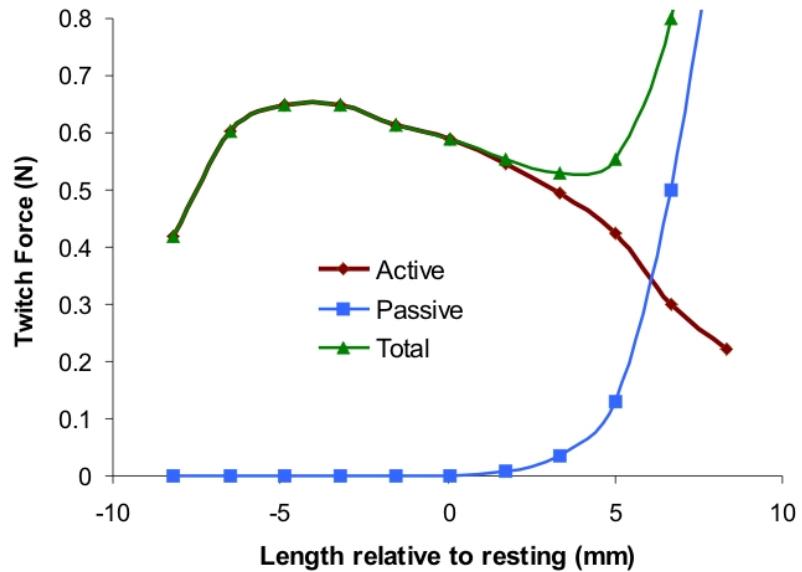
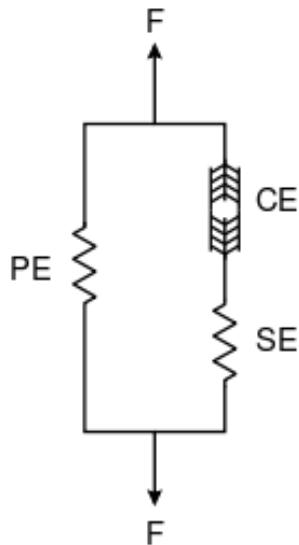
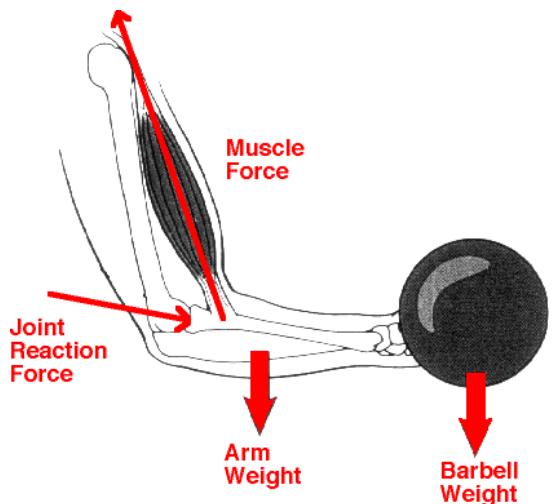


# Kako odrediti cilj vežbanja?

- Efekat pojedinačnog pokreta na neuromiofasciju:
  - Smanjenje tonusa po nekom pravcu ("istezanje mišića")
  - Povećanje tonusa u nekom pokretu ("jačanje mišića")
- ALI
- Efekat treninga u motoričkoj sferi je **poboljšanje motorne kontrole neuromiofascijalne mreže!**



# Mišični tonus



- Gordon AM, Huxley AF, Julian FJ (1966). "The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibres". *J. Physiol. (Lond.)* 184 (1): 170–92.
- Fung, Y.-C. (1993). Biomechanics: Mechanical Properties of Living Tissues. New York: Springer-Verlag. p. 568.
- Martins, J.A.C.; Pires, E.B; Salvado, R.; Dinis, P.B. (1998). "Numerical model of passive and active behavior of skeletal muscles". *Computer methods in applied mechanics and engineering* (Elsevier) 151: 419–433.

# Biomehanika miofascijalne mreže

- Aktivna komponenta - mišićni tonus
  - Maksimalni tetanički (Fmax)
  - Aktivni (MVIS,  $20-135 \text{ N/cm}^2$ , 2-53% od Fmax, i do  $8,7^* \text{BW}$ )
- Mirujući mišićni tonus (EMG=0 ; 1-2% od MVIS)
- Pasivna komponenta – tenzija mekih tkiva
  - Spoljašnji kompartman: potkožna fascija
  - Srednji kompartman: tetine mišića
  - Unutrašnji kompartman: periost + kapsula + ligamenti
  - Unutar miofibrila: titin

Powell PL, Roy RR, Kanim P, et al.: Predictability of skeletal muscle tension from architectural determinations in guinea pig hindlimbs. J Appl Physiol 1984; 57: 1715–21.

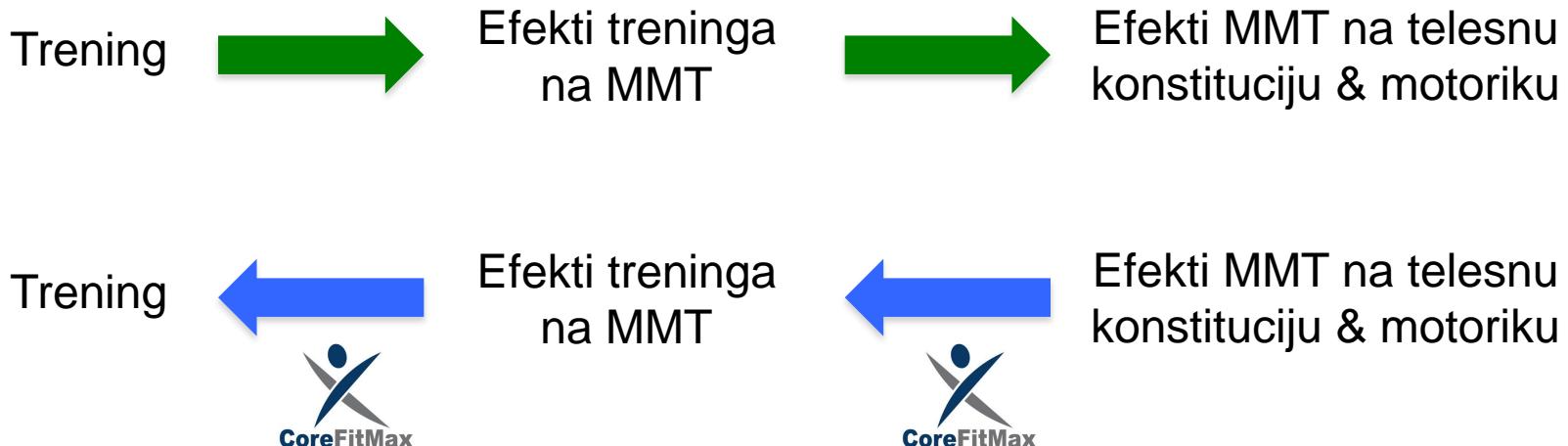
Zajac FE: How musculotendon architecture and joint geometry affect the capacity of muscles to move and exert force on objects: a review with application to arm and forearm tendon transfer design. J Hand Surg [Am]. 1992; 17: 799–804.

# Mirujući mišićni tonus

- MMT je posledica morfoloških promena u mišiću pod uticajem:
  - Svakodnevnih aktivnosti
  - Sportskih i rekreativnih aktivnosti
  - Lečenja (lekovi, imobilizacija, vežbanje, hirurgija)
  - Morfoloških promena čitavog organizma
    - Rast skeleta
    - Promena telesne težine

# Merenje MMT

- Merenje MMT je važno za predviđanje efekta vežbanja
- Problem: kako efektivno meriti MMT
- Rešenje: reverzni inženjering: preko merenja njegovih efekata!



# CoreFitMax

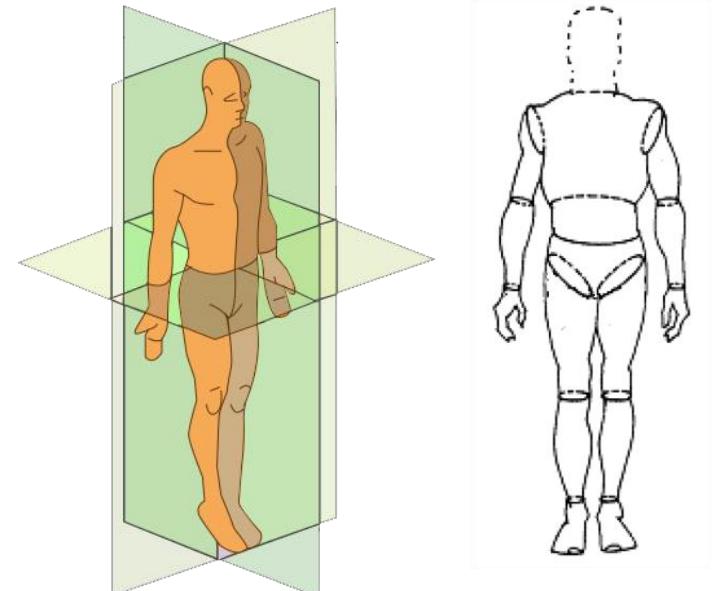
- Doziranje u skladu sa postnatalnim neuromotornim razvojem
  - Od proksimalnog ka distalnom
  - Od kontrakcije ka ko-kontrakciji
- FMS dijagnostički principi (Cook, 2007)
  - Snaga: ontogenetski redosled
    - Antigravitacioni, gravitacioni, varirajući spoljašnji otpor
  - Ravnoteža: kroz kvazistatički motorni obrazac i otvoreni kinetički lanac
- Proprioceptorni stimulans
- Obim pokreta → stabilnost → mobilnost → veština

# 88 varijabli vežbača

- Functional movement screening (FMS): 12 varijabli
- Klinički pregled:
  - Tomasov test, Adamsov test, Beighton skor hipermobilnosti
  - deformitet vrata (torticollis, fleksiona kontraktura)
  - trup (torakalna hiperkifoza, skolioza)
  - skapule (nivacijacija ramena, abdukcija ili krilatost lopatica)
  - karlični pojas (tilt, verzija, sakroilični sindrom)
  - kolena (valgus, varus, rekurvatum, tibijalna torzija)
  - stopala (medijalni uzdužni luk)
  - prisustvo muskuloskeletnog bola odredjene regije
- Pokreti u zglobovima 20 varijabli
  - Kičma, ramena, laktovi, kukovi, kolena, ručni i skočni zglobovi
  - Obim pokreta, prisustvo kontraktura
  - Prisustvo bola
- Parametri hoda: 28 varijable
  - subtalarna inverzija, unutrašnja rotacija tibije
  - rotacija stopala u heel strike i toe-off fazi koraka
  - poremećena dužina koraka (normalno oko 41% telesne visine)
  - amortizaciona fleksija kolena u heel strike i toe-off fazi

# 124 varijske vežbe

- Model: 15 telesnih segmenata
- Stepeni slobode (DoF): 14
  - Referentni segment: pelvični
- Motorička analiza:  $14 \times 4 = 56$  variables
  - početna pozicija
  - tip mišićne kontrakcije
  - pravac i smer pokreta
  - amplituda pokreta



# 124 varijable vežbe

- Antropometrijska analiza: 1 varijabla
  - Procenat relativnog sopstvenog opterećenja brojem i pozicijom angažovanih telesnih segmenata (normalizovan prema TT)
- Stabilnost oslonca: 1 varijabla
  - oblik i površina oslonca (broj i raspored oslonjenih segmenata + nestabilnost oslanjajuće podloge/rekvizita)
- Broj stepeni slobode: 1 varijabla
  - broj segmenata uključen u pokret
- Tip pokreta: 1 varijabla
  - ciklični ili aciklični
- Funkcionalna koordinacija: 2 varijable
  - Glava i sporedna FC



# 124 varijable vežbe

- Miofascijalni lanci: 62 varijable

Angažovanost strateških mišića:

- Glava i vrat:
  - Longissimus colli (L, D)
  - Splenius C&C (L, D)
  - Sternocleidom. (L, D)
- Trup:
  - Erector spinae
  - Obliquus ext. (L, D)
  - Obliquus int. (L, D)
  - Psoas (L, D)
  - Rectus abdominis
- Ruke:
  - Biceps brachii (L, D)
  - Infraspinatus (L, D)
  - Latissimus dorsi (L, D)
  - Levator scapulae (L, D)
  - Pectoralis minor (L, D)
  - Rhomboidei (L, D)
  - Serratus anterior (L, D)
  - Subscapularis (L, D)
  - Supinator (L, D)
  - Teres minor (L, D)
  - Trapezius (L, D)
  - Triceps brachii (L, D)
- Noge:
  - Aduktori kuka (L, D)
  - Biceps femoris (L, D)
  - Gastrocnemius (L, D)
  - Gluteus medius (L, D)
  - Gluteus maximus (L, D)
  - Hamstrinzi (L, D)
  - Peroneus longus (L, D)
  - Rectus femoris (L, D)
  - Sartorius (L, D)
  - Tensor f. latae (L, D)
  - Tibialis anterior (L, D)
  - Tibialis posterior (L, D)

# CoreFitMax baza podataka

- 572 vežbe
  - 158 simetrične
  - 207 lateralizovane (leva i desna verzija)
  - Oprema: trake, lopta, balance board, AirPad, TRX...
- 8008 varijabli pokreta
  - 1883 koncentrično opterećenje
  - 3856 izometrijsko opterećenje
  - 640 ekscentrično opterećenje
  - 1629 bez značajne produkcije sile/pokreta
- Mesečno varijabli po vežbaču:  $572 \times 53 = 30316$



# Zaključak

- Vežbanje na telesnu konstituciju utiče preko mirujućeg mišićnog tonusa
- Doziranje vežbanja zahteva precizno merenje i reevaluaciju
- Računari taj posao čine bržim, preciznijim i jeftinijim
- Timski rad