



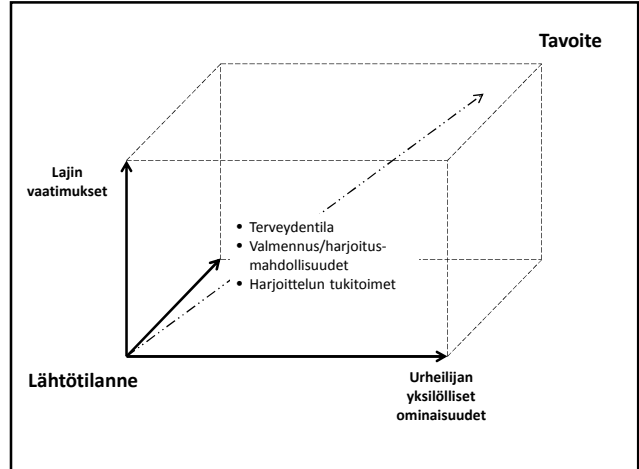
Räjähävyyttä vai isoja rautoja?
– maksimi- ja nopeusvoiman teorit ja testaaminen

Kuntotestauspäivät, 21.3. 2014


Juha Ahtiainen, LitT

Jyväskylä yliopisto
Liikuntabiologian laitos


(juha.ahtiainen@jyu.fi)



Voimaharjoittelun muodot



| | | | |
|--|--|---|--|
| <p>Kestovoima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30-50 % 1 RM • yli 15 toistoa per sarja - "kuntopiiri" | <p>Hypertrofinen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 60-80 % 1 RM • 6-12 toistoa per sarja - uupumukseen saakka - "lyhyt" sarjapalautus | <p>Hermostollinen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 90-100 % 1 RM • 1-3 toistoa per sarja - "pitkä" sarjapalautus | <p>Nopeusvoima:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 30-60 % 1 RM • 5-10 toistoa per sarja - maksimaalinen nopeus - "pitkä" sarjapalautus |
|--|--|---|--|

Miksi voimaharjoittelua? 

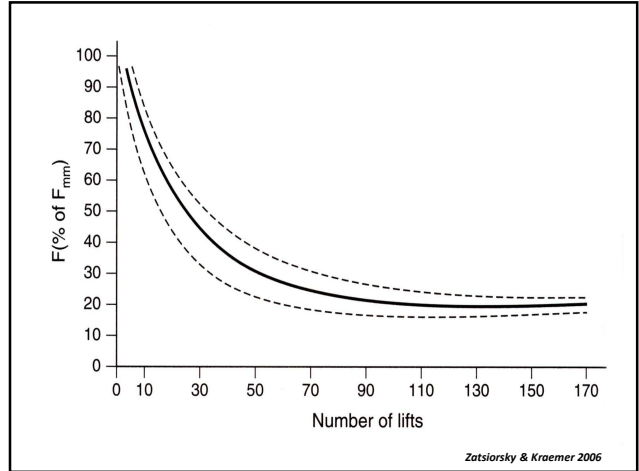
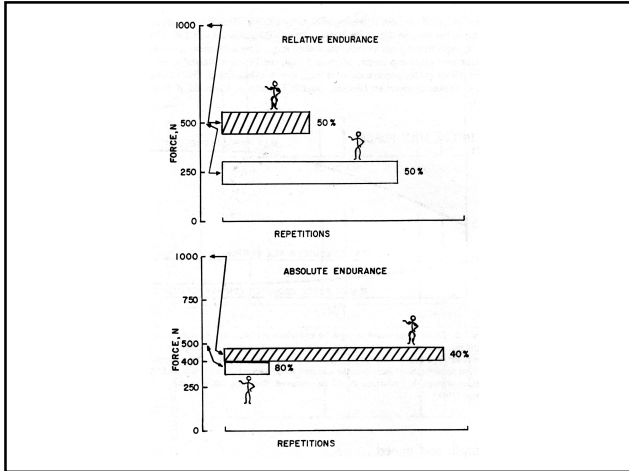
Kun tarvitsee nopeasti

- liikuttaa omaa kehoa
 - Juoksupyrähdykset, hypyt, loikat, suunnanvaihdot tms.
- liikuttaa vastustajaa tai pelivälinettä tms.

Motorinen kyvykkyys:

- Taitavan suorituksen taustalla usein kyky tuottaa voimaa niin nopeasti kuin mahdollista
 - esim. liikenopeus, ketteryys, tasapainon ylläpito
- Lajitekniinen suoritus vaatii riittävää nopeaa voimantuottoa

=> nopean voimantuoton tärkeys korostuu



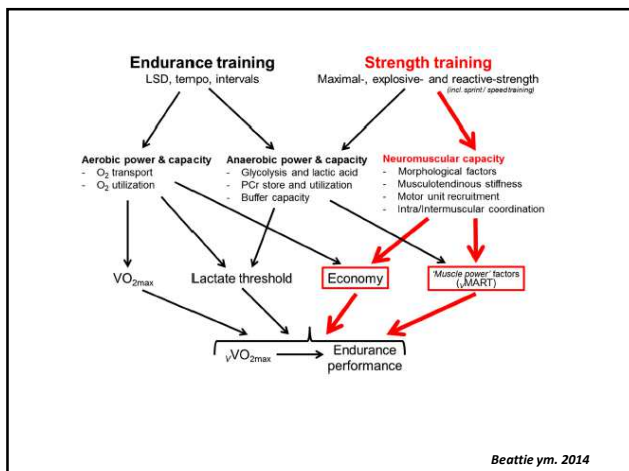
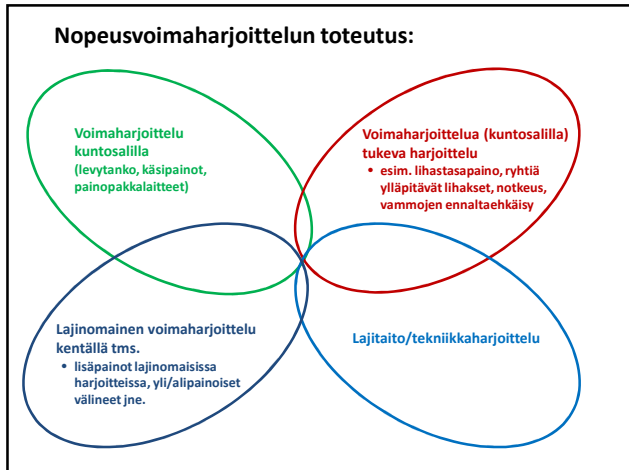
Mitä enemmän voimaa sen parempi! Mutta pelkästään suuri maksimivoima ei riitä?

Maksimaalisen voiman tuottaminen vie aikaa 0.5-2.5 s

- Monissa urheilusuorituksissa ei ole riittävästi aikaa tuottaa maksimivoimaa
- Voimaa tulee kyetä tuottamaan nopeasti, joissakin sadoissa millisekunneissa

Miten nopeita motorisia yksiköitä harjoitetaan kuntosalilla?

The diagram illustrates motor unit utilization during strength exercises. It is divided into 'Submaximal weight' and 'Maximal weight or power'. Under 'Submaximal weight', there are three stages: 'First lift', 'Intermediate lift', and 'Last lift'. Motor units are represented by symbols: a circle with an 'x' for 'Not recruited', a solid circle for 'Recruited, exhausted', and an open circle for 'Recruited, not exhausted'. A 'Corridor' is indicated between the 'Intermediate lift' and 'Last lift' stages. Under 'Maximal weight or power', the motor unit status is shown as a vertical column of symbols, with a 'Corridor' indicated between the top and bottom sections. A legend at the bottom identifies the symbols: 'Motor Units', '○ Recruited, not exhausted', '● Recruited, exhausted', and '⊗ Not recruited'. The caption 'Figure 4.7 Subpopulations of motor units (MU) utilized during strength exercises.' and the source 'Zatsiorsky & Kraemer 2006' are included.



Optimaalinen voimaharjoittelu (kestävyys)urheilijalle:

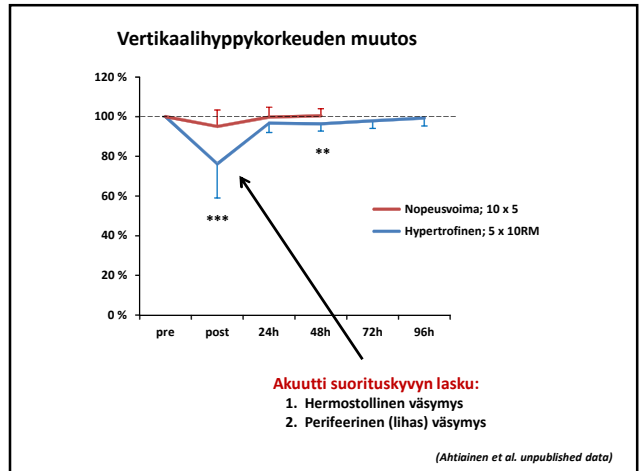
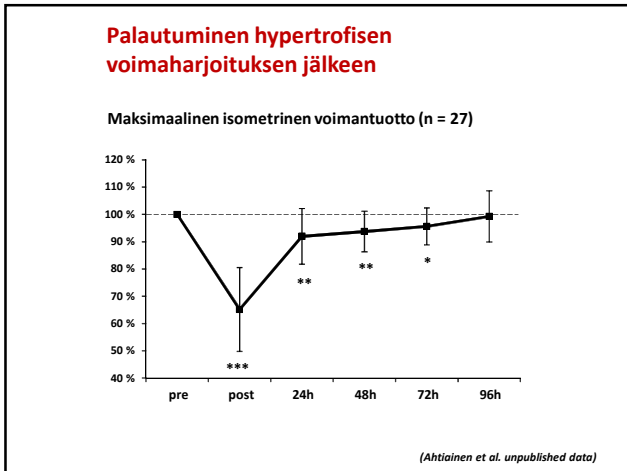
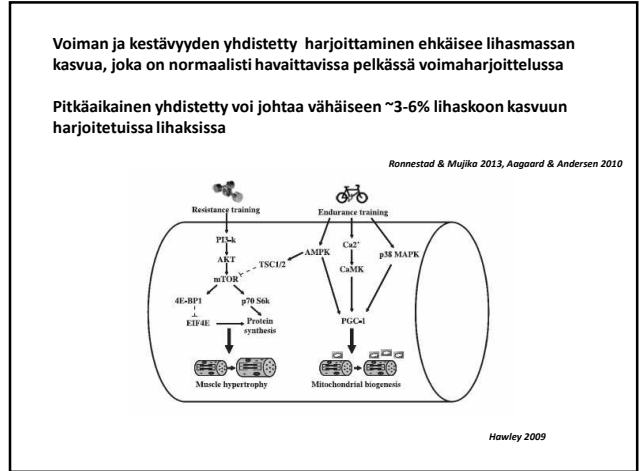
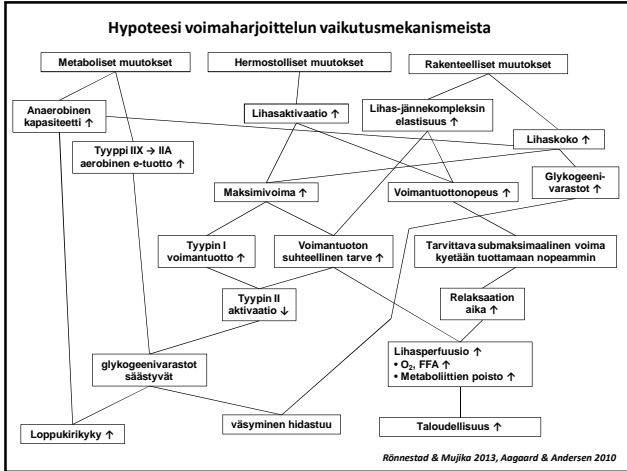
- Hermostollinen maksimivoimaharjoittelu
- Nopeusvoimaharjoittelu
- Reaktiivinen harjoittelu (SSC)

Voimaharjoittelun avulla voi mahdollisesti:

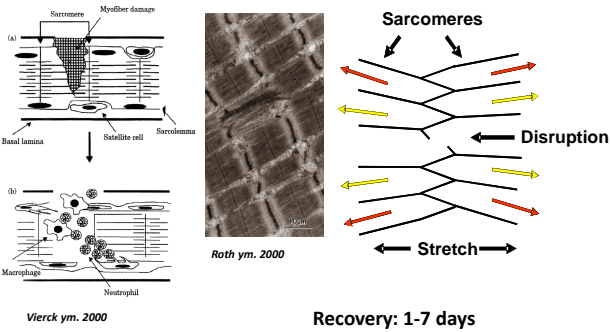
- Parantaa taloudellisuutta
- Viivästyttää väsymystä
- Kehittää anaerobista kapasiteettia
- Parantaa maksimaalista suoritusnopeutta
- Parantaa suoritustekniikkaa
- Ehkäistä vammoja

Huom! Tutkimuksissa voimaharjoittelun ei ole havaittu heikentävän kestävyysominaisuuksia

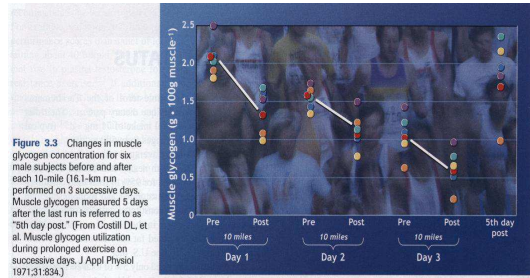
Rønnestad & Mujika 2013, Aagaard & Andersen 2010



Muscle cell disruption (microtrauma)



REISILIIHAKSEN GLYKOGEENIPITOISUUDET KOLMEN PÄIVÄN HARJOITTELUJAKSON JÄLKEEN



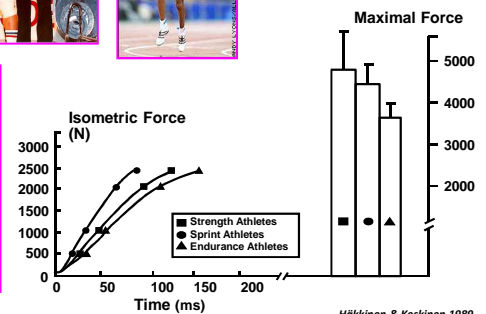
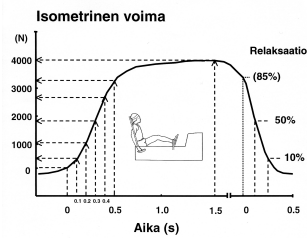
Recovery: 1-2 days

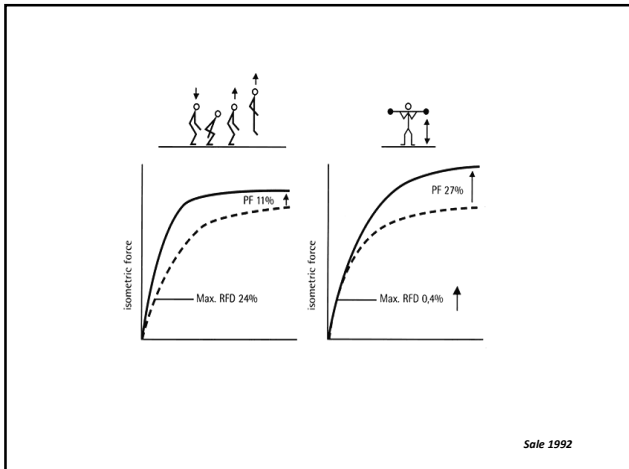
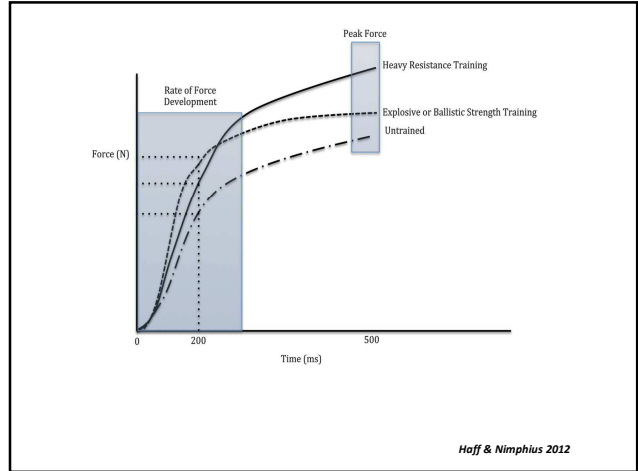
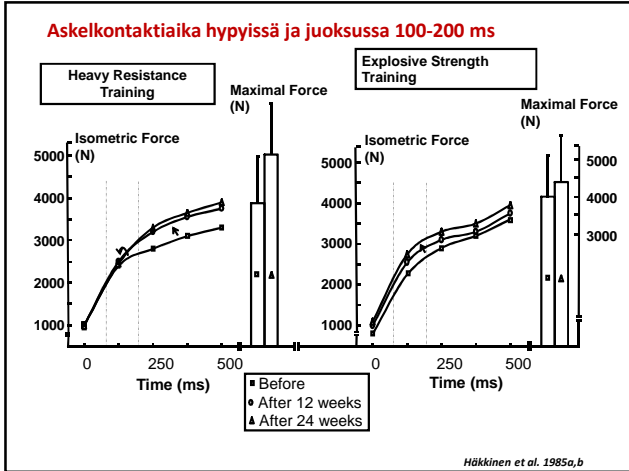
McArdle ym. 2014

Isometriset nopeusvoimatestit

Voima-aika -analyysi:

- Voiman maksimi (0.5-2.5s)
- Nopea voimantuotto esim. ensimmäisen 500ms ajalta
 - keskimääräinen voimantuotto 100ms välein
- Voimantuottonopeus, RFD (Rate of Force Development, N/s)
 - Voiman nousukäyrän jyrkkyyys





Fysiikkaa:

Nopeus, v (m/s) = matkan muutos (Δm) / aika (s)

Kiihtyvyys, a (m/s²) = nopeuden muutos (Δv) / aika (s)

Voima, F (N) = massa (m) * kiihtyvyys (a)

Vääntömomentti (torque, Nm) = (voima * cos θ) * vipuvarsi (r)

Työ, W (Nm) = voima (N) * matka (m)

Pyörimis/kiertoliikkeessä; vääntömomentti (Nm) * iikerata (rad = m/m) (57.3 deg/rad)

Teho (W) = työ (Nm tai J) / aika (s) = voima (N) * matka (m) / aika (s) = voima (N) * nopeus (m/s)

Pyörimis/kiertoliikkeessä; vääntömomentti (Nm) * kulmanopeus (rad/s)



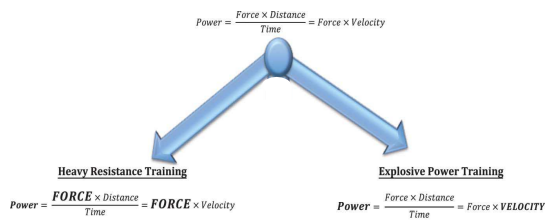
Kykyyn tuottaa suuria liikenopeuksia vaikuttaa mm.

- Lihasaktivaatio (motorinen oppiminen)
 - Valikoiva lihashen ja motoristen yksiköiden aktivointi; koordinaatio
 - Lihasaktivaation tuottonopeus
 - Esiaktiivisuus
- Lihas-jänne –kompleksin toiminta
 - Lihaslujen tyyppijakauma
 - Lihaspistuksen nopeus; kyky muodostaa ja irrottaa poikkisiltoja
 - Elastisen energian vapautuminen
 - Aineenvaihdon tehokkuus
 - Välittömät energialähteet, entsyymipitoisuudet, kalsiumin vapautuminen
- Kudosten viskositeetti
- Notkeus
- Antropometria

Cormie ym. 2011

Teho-paino -suhde

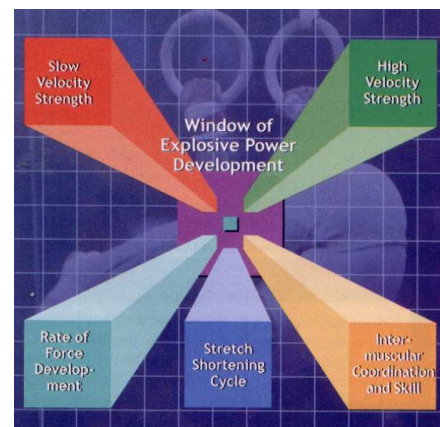
$$P\text{-to-}W = \frac{|a(t)||v(t)|}{|g|}$$



Koska voimaharjoitteissa "matka" on suhteellisen vakio, tehoa voidaan kasvattaa

- Lisäämällä liikenopeutta
 - harjoitettavuuspotentiaali melko rajallinen
- Lisäämällä voimantuottoa
 - harjoitettavuuspotentiaali rajaton ☺

Newton & Kraemer 1994



McArdle ym. 2014

Nopeusvoiman osatekijät:

1. Voimantuotto hitaan eksentrisen ja konsentrisen sekä isometrisen lihastyön aikana (maksimivoima)
2. Voimantuotto nopean konsentrisen lihastyön aikana (maksimiteho)
3. RFD (räjähtävä voimantuotto)
4. Venymis-lyhenemisyklus (reaktiivinen voimantuotto)
5. Motorinen taito ja tekniikka

Eri osa-alueita testaamalla voi:

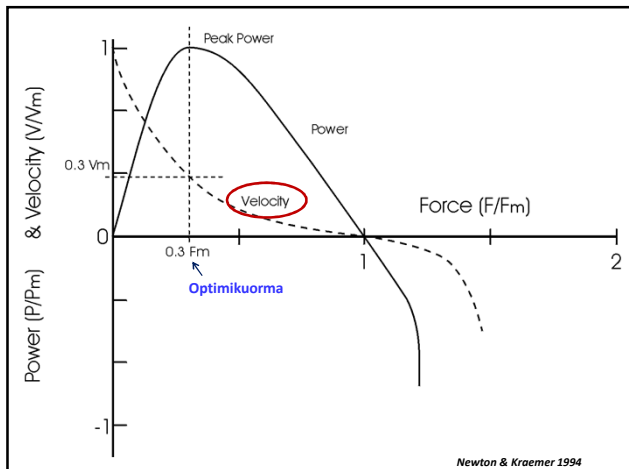
- Löytää suorituskkyä rajoittavat tekijät
- Seurata harjoitteluvaikutuksia; ylläpito vs. kehitys

Newton & Kraemer 1994

Spesifit harjoitteluadaptaatiot maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelussa

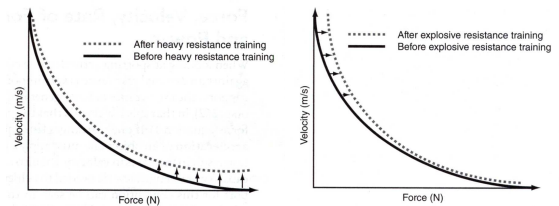
Maksimivoimaharjoittelussa kasvaa maksimaalinen voimantuotto, mutta ei voimantuotto suurella liikenopeudella

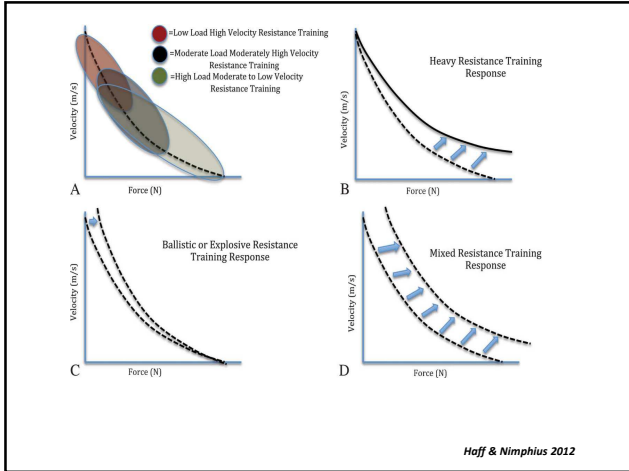
Nopeusvoimaharjoittelussa käytetään pienempiä kuormia ja suurempia liikenopeuksia, joten voimantuotto suurella liikenopeudella kasvaa



Spesifit harjoitteluadaptaatiot maksimi- ja nopeusvoimaharjoittelussa

Voidaan mitata tiettyä hermo-lihasjärjestelmän voimantuotto-ominaisuutta (sekä maksimivoiman että nopeusvoiman ulottuvuutta riippuen kuorman suuruudesta)





Optimikuorman määrittäminen

Tangon siirtymää ja nopeutta mittaavilla laitteilla voidaan määrittää optimiteho

= Kuorma, jolla kyetään tuottamaan suurin mekaaninen teho

Tulos ilmoitetaan absoluuttisena voimana tai suhteellisenä maksimivoimasta tai yhden toiston maksimista

→ Harjoittelukuorman määrittäminen

Teho (W)

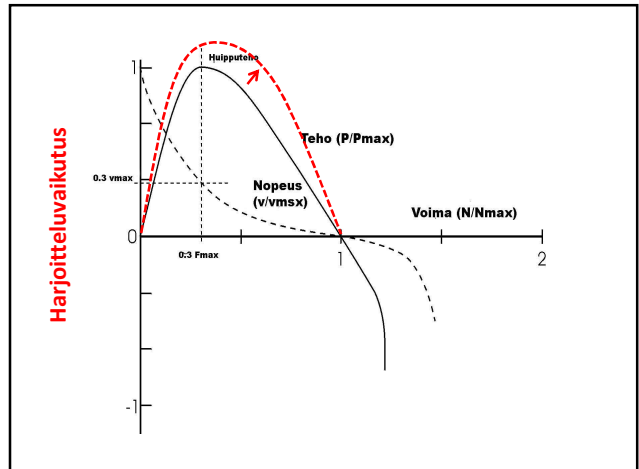
Kuorma (%1RM)

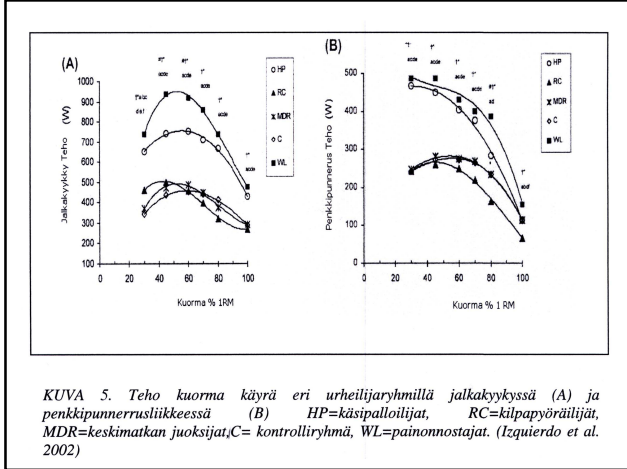
Optimiteho

Siirtymän mittaamisen laitteisto

Potentiometri mittaa narun kulkemaa matkaa
 Tietokoneohjelma suhteuttaa matkan aikaan
 → laskee nopeuden, kiihtyvyyden, voiman ja tehon
 Mahdollistaa mittaamisen suorituksen eri vaiheissa

MuscleLab





Ballistinen voimaharjoittelu:

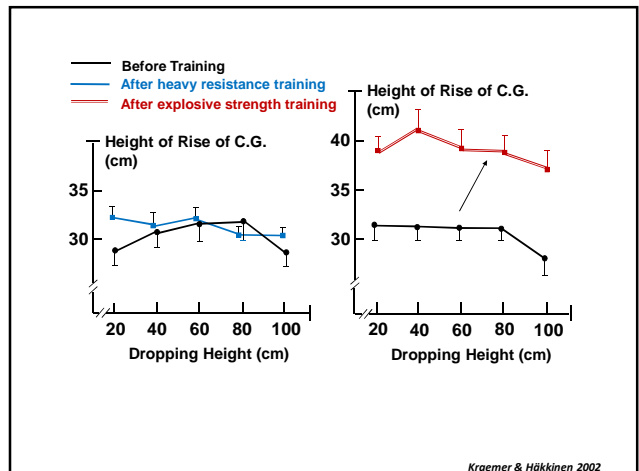
- Liike hidastuu loppua kohti perinteisissä voimaharjoitteluliikkeissä
 - Epäedullista esim. heittojen harjoittamisessa
- Ratkaisu: Harjoittelija heittää kuormaa tai hyppää lisäkuorman kanssa

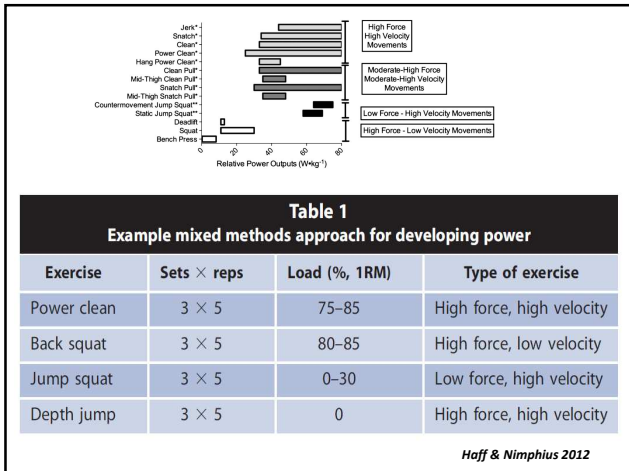
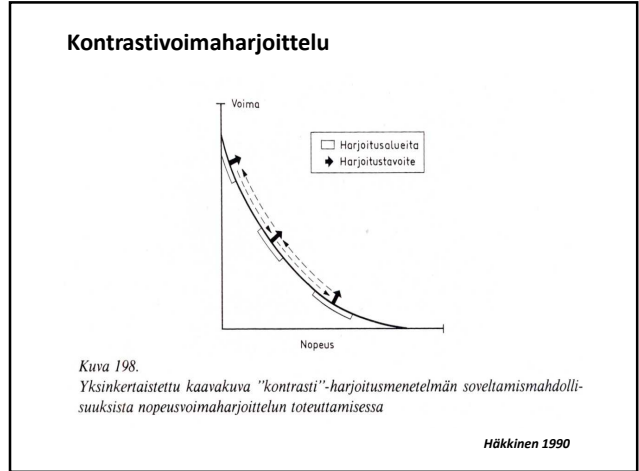
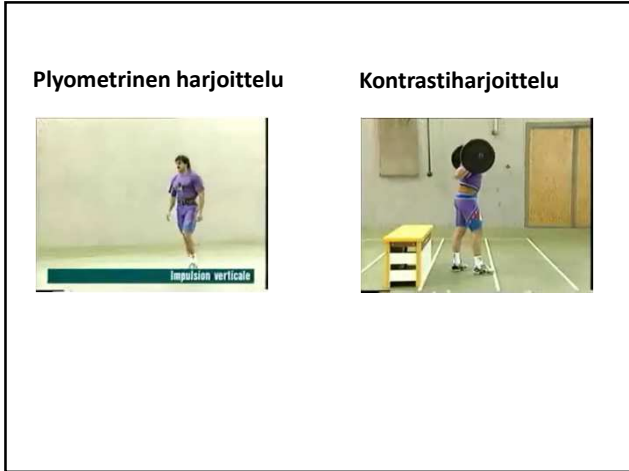
McArdle ym. 2014

Venyemis-lyhenemissyklus

- Vastaliike mukana normaalissa liikkumisessa
- Tehontuotto paranee 15-20%
- Voidaan harjoittaa suorittamalla liikkeitä sellaisilla venyttävillä kuormituksilla, joihin ei olla totuttu
- Vaikutusmekanismit: esiaktiivisuus, elastisuus, refleksitoiminta

Komi 1986





| Exercise | Sets × reps | Load (% 1RM) | Type of exercise |
|--------------------------|-------------|--------------|-------------------------------|
| Snatch | 3 × 5 | 75–85 | High force, high velocity |
| Snatch pull* | 3 × 5 | 90–95 | High force, moderate velocity |
| Snatch pull from blocks* | 3 × 5 | 100–110 | High force, moderate velocity |
| Romanian deadlift | 3 × 5 | 70–75 | Moderate force, low velocity |

*Training load is a percentage off of the maximum snatch.

Haff & Nimphius 2012

TAKE HOME MESSAGE

Maksimoidaksesi nopeusvoimaominaisuuksien kehittymisen sinun tulee tehdä:

- Hermostollista maksimivoimaharjoittelua
- Nopeusvoimaharjoittelua optimitihoalueella
- Räjähävää voimaharjoittelua pienellä kuormalla, kuten hyppy/loikkaharjoituksia
- Plyometristä harjoittelua, erityisesti jos laji vaatii iskutuksia
- Taito- ja tekniikkaharjoitteita

LÄHTEET:

- Hawley JA. Molecular responses to strength and endurance training: Are they incompatible? *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 34: 355–361. 2009
- Zatonsky & Kraemer. *Science and Practice of Strength Training*. 2nd Edition. Human Kinetics, Champaign, IL, USA. 2006
- Komi PV. Training of muscle strength and power: Interaction of neuromotoric, hypertrophic and mechanical factors. *International Journal of Sport Medicine* 7:10 1986
- Beattie K, Kenny IC, Lyons M, Carson BP. The Effect of Strength Training on Performance in Endurance Athletes. *Sports Med.* DOI 10.1007/s40279-014-0157-y. 2014
- Rønnestad BR, Mujika I. Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A review. *Scand J Med Sci Sports.* doi: 10.1111/sms.12104. 2013
- Aagaard P, Andersen JL. Effects of strength training on endurance capacity in top-level endurance athletes. *Scand J Med Sci Sports* 20 (Suppl. 2): 39–47. 2010
- Haff GG, Nimphius S. Training Principles for Power. *Strength and Conditioning Journal.* 34: 6. 2012
- Cornie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing Maximal Neuromuscular Power Part 1 – Biological Basis of Maximal Power Production *Sports Med* 41 (1): 17–38. 2011
- Newton RU, Kraemer WJ. Developing explosive muscular power: implications for a mixed method training strategy. *Strength Cond J.* 16 (5): 20–31. 1994
- Izquierdo M, Häkkinen K, Gonzalez-Badillo JJ, Ibañez J, Gorostiaga EM. Effects of long-term training specificity on maximal strength and power of the upper and lower extremities in athletes from different sports. *Eur J Appl Physiol.* 87(3):264–71. 2002
- Häkkinen K. Voimaharjoittelun perusteet: vaikutusmekanismit, harjoitusmenetelmät ja ohjelmointi. *Gummerus kirjapaino Oy, Jyväskylä.* 1990
- Häkkinen K, Keskinen KL. Muscle cross-sectional area and voluntary force production characteristics in elite strength- and endurance-trained athletes and sprinters. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1989;59(3):215–20.
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Exercise Physiology, Energy, Nutrition and Human Performance.* 8th Edition. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD, USA. 2014
- Kraemer & Häkkinen. *Strength Training for Sport.* Blackwell Science Ltd. 2002
- Vierck J, O'Reilly B, Hossner K, Antonio J, Byrne K, Bucci L, Dodson M. Satellite cell regulation following myotrauma caused by resistance exercise. *Cell Biol Int.* 2000;24(5):263–72. Review.
- Roth SM, Martel GF, Ivey FM, Lemmer JT, Metter EJ, Hurley BF, Rogers MA. High-volume, heavy-resistance strength training and muscle damage in young and older women. *J Appl Physiol* (1985). 2000 Mar;88(3):1112–8.
- Sale, D.G. Neural adaptations to strength training. In *Strength and power in sport*, ed. P.V. Komi, 249–65. Oxford: Blackwell Scientific, 1992.
- Häkkinen K, Komi PV, Alén M. Effect of explosive type strength training on isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiol Scand.* 1985 Dec;125(4):587–600.
- Häkkinen K, Alén M, Komi PV. Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. *Acta Physiol Scand.* 1985 Dec;125(4):573–85.