

Tulkojums latviešu valodā

Vibrationstraining in der Therapie unter besonderer Berücksichtigung der Stochastischen Resonanz

Struktūra saglabāta atbilstoši sākotnējās prezentācijas lapām. Shēmas un attēli nav pārzīmēti; to teksta saturs un paraksti ir tulkoti apraksta veidā.

1. Vibrācijas treniņš terapijā

- ar īpašu uzsvaru uz stohastisko rezonansi
- S. Dalichau
- Lietišķās profilakses un veiktspējas diagnostikas institūts
- BG nelaimes gadījumu ambulatorā klīnika un rehabilitācijas centrs pie Brēmenes lidostas

2. Vibrācija

- Visām šāda veida intervencēm kopīga pazīme ir ārēja mehāniska stimulācija, kuras laikā svārstības tiek vadītas caur ķermeni.
- Ķermenis uz šo stimulāciju reaģē kā, no mehāniskā viedokļa, vairākkārt ar masu un atsperu saitēm savienota oscilatoru sistēma ar daudziem adaptācijas mehānismiem. Šo mehānismu priekšnoteikums ir ķermeņa darbība kā frekvences selektīvam filtram attiecībā uz endogēno svārstību pārnesi [Haas u. c., 2004].
- Ja iesaistīta liela ķermeņa svara daļa, piemēram, stāvēt, sēžot vai gulot uz vibrējošas virsmas, runa ir par visa ķermeņa svārstībām. Ja iesaistīta daļa ir mazāka, piemēram, turot vibrējošu priekšmetu, tiek pielietotas daļējas ķermeņa svārstības [Haas u. c., 2004].
- Parasti tiek pieņemta divkāju stāja; šādā gadījumā treniņa un stimulējošie efekti galvenokārt iedarbojas uz apakšējām ekstremitātēm [Huber, 2006].

3. Vibrācijas treniņa ietekmējošie faktori

- Vibrācijas veids.
- Amplitūda un frekvence.
- Ķermeņa pozīcija uz platformas.
- Slodzes parametri: treniņa ilgums, slodzes blīvums, treniņa apjoms un biežums.
- Ar papildu svaru vai bez tā.
- Individualitātes princips.
- Diagnoze.

4. Akūti īstermiņa efekti

- Spēka pieaugums par 5-10% pēc treniņa protokola: 10 reizes pa vienai minūtei pie 26 Hz [Bosco u. c., 2000; Cochrane un Stannard, 2005; Issurin un Tenenbaum, 1999].
- Testosterona un augšanas hormona sekrēcijas palielināšanās (līdz 460%) [Bosco u. c., 2000].

5. Toniskais vibrācijas reflekss (TVR)

- Galvenais vibrācijas treniņa iedarbības ierosinošais mehānisms ir TVR [Matthews, 1966; Hagbarth un Eklund, 1966].

- Cikliska vibrācijas slodze caur muskuļu vārpstām un Golgi aparātiem izraisa muskuļa stiepuma refleksus, kas palielina treniņā iesaistīto motorisko vienību rekrutēšanu un vienlaicīgu aktivāciju.
- Muskuļu vārpstām ir centrāla loma stājas muskulārā nodrošināšanā. Vibrācijas izraisa muskuļu aktivitāti un turpmākas adaptācijas reakcijas.
- Tādējādi veidojas mijiedarbība starp aferentajām Ia šķiedrām, kas pastāvīgi ziņo par iesaistītās muskulatūras garuma izmaiņām, un eferentajām gamma šķiedrām.
- Mērķis ir slāpēt un kompensēt svārstības, tā saglabājot vertikālās stājas stabilitāti [van Diemen, 2002].

6. Toniskais vibrācijas reflekss (TVR)

- Var uzskatīt par pierādītu, ka vibrācijas treniņš caur TVR palielina spēka attīstību treniņa laikā atkarībā no izvēlētās frekvences un treniņa formas.
- Šajā kontekstā pieejamas daudzas publikācijas, kas apliecina veiktspējas optimizāciju ar vibrācijas treniņu [Cochrane un Stannard, 2005; Delecluse u. c., 2003].

7. Neiromuskulārās sistēmas adaptācijas

- Motorās kontroles optimizācija un iepriekš neizmantoju motorisko vienību labāka rekrutēšana ir vibrācijas treniņa galvenie darbības mehānismi [Issurin un Tenenbaum, 1999] -> TVR.
- Ar mērķētiem vibrācijas stimuliem tiek izdalītas bioķīmiskas vielas - neirotrofie faktori -, kas pret darbojas nervu šūnu deģenerācijai un funkcijas zudumam, kā arī veicina jaunu savienojumu veidošanos starp nervu šūnu tīkliem [Haas u. c., 2006].

8. Neiromuskulārās sistēmas adaptācijas

- Sākotnējā slaida shēma attēlo motorās vadības ciklu: darbības mērķi, programmēšanu, vēlamā un faktiskā stāvokļa salīdzināšanu, vadību/regulāciju, motorās atmiņas glabāšanu, aferentās informācijas apstrādi, kustības izpildi, iekšējo un ārējo regulācijas loku, kā arī vides faktoros.
- Shēmas avots: Meinel un Schnabel, 1998, 42. lpp.

9. Kaulu adaptācijas

- Kaula struktūras kvalitāte un daudzums ir atkarīgi no spiediena un vilkmes stimuliem, ko rada attiecīgā muskulatūra, kā arī no torsijas spēkiem un Zemes gravitācijas - stiepšanas un saspiešanas [Torvinen, 2003].
- Vibrācijas stimuli šķiet īpaši piemēroti šī osteoģenētiskā efekta ierosināšanai.
- Pamatie eksperimenti ar dzīvniekiem rāda, ka intensīvs vibrācijas treniņš (20 minūtes 5 reizes nedēļā) var palielināt trabekulāro struktūru kaulu blīvumu augšstilba kaulā par 32%.
- Vibrācijas treniņš pie 25 Hz gandrīz pilnībā apturēja kaulu blīvuma zudumu 70 sievietēm pēcmenopauzē pēc viena gada treniņa, savukārt kontroles grupā kaulu blīvums samazinājās par vairāk nekā 2% [Rubin u. c., 2004].
- Verschueren u. c. [2004] pat ziņoja par kaulu blīvuma pieaugumu pēc intensīvāka treniņa pie 35 Hz.

10. Asinsvadu un vielmaiņas procesu adaptācijas

- Trenējošies ziņo par subjektīvi uztvertu asinsvadu paplašināšanos pēc vibrācijas pielietošanas.
- Tiek pieņemts, ka perifērās pretestības palielināšanās noved pie kapilāru atvēršanās, lai uzturētu enerģijas piegādi un vielmaiņas procesus iesaistītajā muskulatūrā [Mester u. c., 2006].
- Stewart u. c. [2005] pierādīja būtiski uzlabotu šķidrums plūsmu - arteriālo un venozo asins plūsmu, kā arī limfas plūsmu - pēc vibrācijas treniņa.

11. Ietekmējošo faktoru modelis vibrācijas treniņā

- Sākotnējais modelis raksturo visa ķermeņa vibrācijas treniņu divkāju stājā.

- Vadības parametri: statiska vai dinamiska izpilde, ar vai bez papildu slodzes, treniņa apjoms, ilgums, paužu struktūra, treniņa pozīcija, frekvence un amplitūda.
- Ietekmētās sistēmas: neiromotorā sistēma, muskulatūra, kauli, asinsvadi, neuroendokrīnā sistēma.
- Iespējamās ietekmes jomas: osteoporoze, muguras sāpes, stāja un līdzsvars, neiroloģiskas slimības, urīna nesaturēšana un citas indikācijas.
- Modeļa avots: Huber, 2006, 48. lpp.

12. Stohastiskās rezonances vibrācija

- Stohastiskās rezonances vibrācija balstās uz fizikas likumu, ka ķermenis un šūnas signālus labāk uztver tad, ja šie signāli - stimuli - ir ar troksni.
- Ķermenī tiek ievadīts raksturīgs svārstību stimulu kopums.
- Vāju pamatstimulu - nesējsignālu - pastiprina tā sauktais troksnis, proti, haotisks papildu signāls.

13. Stohastiskās rezonances vibrācija

- Sākotnējā slaidā salīdzināti divi signālu veidi: sinusoidāls signāls un stohastiskās rezonances signāls.
- Sinusoidālais signāls attēlots kā regulārs vilnis, bet stohastiskā rezonanse - kā neregulārs, ar troksni bagāts svārstību signāls.

14. Nervu šūnas modelis

- Nervu šūnas modelis tiek kairināts ar sinusoidāliem signāliem (apļi) un SR signāliem (trijstūri).
- Kamēr sinusoidālie stimuli paliek zem sliekšņa, stohastiskās rezonances izraisa darbības potenciālus.

15. Stohastiskās rezonances (SR) vibrācija

- Nepārtrauktas, bet neparedzamas SR signālu izmaiņas izraisa pastāvīgus nelielus līdzsvara traucējumus.
- Atkārtojoties šiem stimuliem, cilvēks mācās veidot muskuļu aktivācijas modeļus, lai pēc iespējas veiksmīgāk kompensētu traucējumus.
- Ja vibrācijas stimuli vienmēr būtu vienādi, piemēram, sinusoidālas svārstības, arī muskuļu, cīpslu un locītavu receptoru atbildes vienmēr būtu vienādas, un informācija smadzenēm kļūtu mazāk nozīmīga.
- Turklāt sinusoidālas svārstības trenē tikai ļoti šauru aktivācijas modeli, kas tikpat kā neatbilst ikdienas mainīgajām prasībām.

16. Stohastiskās rezonances (SR) vibrācija

- SR vibrācijas signāli mijiedarbojas arī ar nervu sistēmas stohastiskajiem funkcionālajiem parametriem, kā rezultātā rodas rezonansei līdzīga uzvedība.
- SR signālu stohastiskā daļa īslaicīgi nonāk kvazirezonansē ar nervu šūnas stohastisko uzvedību.
- Tādējādi, pretēji lineāram signālam, nervu šūnu ierosmes sliekšņi var tikt pārsniegti vieglāk.
- Šādā veidā pat zemas intensitātes kairinājumi pacientam ir uztverami un rada neiromuskulāru aktivitāti.
- Liu u. c. [2002] un Khadhiar [2003] parādīja, ka mehānisko SR stimulu uztveres spēja gados vecākiem cilvēkiem, insulta pacientiem un pacientiem ar neiropātiju salīdzinājumā ar sinusoidāliem signāliem ir par 16-34% augstāka.

17. Nervu šūnas modelis

- Sākotnējās shēmas atkārtojums: nervu šūnas modelis tiek kairināts ar sinusoidāliem signāliem un SR signāliem.
- Sinusoidālie stimuli paliek zem sliekšņa, bet stohastiskās rezonances izraisa darbības potenciālus.

18. Stohastiskās rezonances (SR) vibrācija

- Ir norādes, ka perifēra stimulācija var izraisīt bioķīmiskas reakcijas supraspinālajās struktūrās.
- Kairinot muskuļu vārpstas, kurām ir augsta jutība pret SR stimuliem, iespējama neirotrofu faktoru, piemēram, dopamīna, izdalīšanās [Fallon u. c., 2004].
- Šīs vielas galvenokārt pilda neiroprotektīvas un neirorestoratīvas funkcijas, tādējādi radot potenciālu labākai neirodeģeneratīvu slimību - Parkinsona slimības, multiplās sklerozes vai amiotrofās laterālās sklerozes - kontrolei un terapijai.

19. Stohastiskās rezonances (SR) vibrācija

- Attiecībā uz kaulu augšanas stimulāciju SR vibrācijas stimuli, salīdzinot ar zemas frekvences mehāniskām sinusoidālām svārstībām ar tādu pašu nesējfrekvenci, izraisa apmēram četras reizes lielākus augšanas procesus.
- Acīmredzot tas saistīts ar kalcija un citu jonu kanālu stohastisku darbību, kam ir centrāla loma kaulu šūnu - osteoblastu - veidošanā. Tas ir būtiski osteoporozes un lūzumu riska kontekstā.

20. SRT - Zeptoring: izvēlēti darbības mehānismi

- Stohastiskā rezonanse: mainīga, neparedzama stimulu padeve; ļauj iesaistīt dažādas sensorās sistēmas; uzlabo sensorās sistēmas uztveres spēju; uzlabo neironu informācijas atlasīšanu un apstrādi; uzlabo kaulu izturību.

21. SRT - Zeptoring: izvēlēti darbības mehānismi

- Teta nesējfrekvence (3,5-7,5 Hz): stimulē neironu augšanas faktoru - neirotrofo faktoru - izdalīšanos un veicina nervu šūnu augšanu; palīdz izvairīties no kinestētiskām ilūzijām, proti, uztveres traucējumiem.

22. SRT - Zeptoring: izvēlēti darbības mehānismi

- Alfa nesējfrekvence (7,5-12,5 Hz): treniņš laika spiediena apstākļos; veicina ātru muskulatūras reakciju; optimizē ātru aizsargkontrakciju sākšanu kritiskās ikdienas situācijās, piemēram, kritiena gadījumā.

23. SRT - Zeptoring: izvēlēti darbības mehānismi

- Daudzdimensionāla stimulācija: vairāku brīvības pakāpju dēļ stimuli tiek padoti visās trīs telpas dimensijās, kas nodrošina ideālu treniņa efektu pārnesi uz motorajām prasībām ikdienā un sportā.

24. SRT - Zeptoring: izvēlēti darbības mehānismi

- Bypassing: neapzināta, reflektoriska muskulatūras aktivācija; ļauj radīt efektīvus treniņa stimulus arī tad, ja brīvprātīgā aktivācijas spēja ir ierobežota vai tās nav.

25. Indikāciju un efektu piemēri

26. SRV efekti kritienu profilaksē

- Sensoro signālu apstrādes uzlabošana.
- Kustību drošības palielināšana.
- Līdzsvara regulācijas un gaitas modeļa uzlabošana.
- Brīvprātīgās aktivācijas potenciāla palielināšana.
- SRV: par 30% labāka uztvere nekā sinusoidālai svārstībai.
- Augsta kustību drošība ikdienā: SRV vērtējums 1,3 skalā 1-6.

27. SRV efekti osteoporozes gadījumā

- Ievērojama kaulu vielmaiņas un izturības palielināšanās.
- Kaula struktūras izmaiņas daudzdimensionālās mehāniskas stimulācijas dēļ.
- Refleksu ierosināšana caur neiromuskulāru stimulāciju.

- Kustību drošības palielināšana un kritienu riska samazināšana.
- Līdzsvara regulācijas uzlabošana.
- Gaitas modeļa uzlabošana.
- Lūzumu riska samazināšana.
- SRV: par 390% lielāka kaulu augšana nekā sinusoidālai svārstībai.

28. Piesardzība

- Pirms SR terapijas obligāti jāveic mugurkaula rentgenoloģiska izmeklēšana un kaulu blīvuma mērījums, lai izslēgtu slimības, piemēram, osteoporotiskus lūzumus un ļaundabīgus procesus. Šādos gadījumos SR terapija ir kontrindicēta.
- SR terapijas laikā nedrīkst būt sāpju.
- Sāpes pēc stundas vai pēc vairākām dienām kā reakcija uz SR terapiju nav pieļaujamas.
- Pirmās kaulu blīvuma izmaiņas var noteikt pēc 6-12 mēnešiem.

29. SRV efekti hronisku sāpju gadījumā

- Izteikta sāpju mazināšanās.
- Ķermeņa uztveres uzlabošana.
- Neapzinātu muskuļu aktivāciju ģenerēšana.
- Dažādu muskuļu grupu neapzinātās sadarbības optimizācija.
- Sekundāru bojājumu novēršana.
- Augsta efektivitāte hronisku muguras sāpju mazināšanā: SRV vērtējums 1,7 skalā 1-6.

30. SRV efekti ortopēdisku bojājumu gadījumā

- Līdzsvara regulācijas uzlabošana.
- Ātrāka muskulārā aktivējamība.
- Uzlabota sensoro signālu apstrāde.
- Brīvprātīgās aktivācijas potenciāla palielināšana.
- Kustību drošības palielināšana.
- Gaitas modeļa uzlabošana.
- SRV: par 35% labāks mediāli/laterāls līdzsvars nekā konservatīvai terapijai.
- SRV: par 43% labāks priekšēji/aizmugurējs līdzsvars nekā konservatīvai terapijai.

31. Lūzumi

- Regulāras rentgena kontroles ir obligātas.
- Augšstilba kaula kakliņa lūzumi konservatīvas ārstēšanas gadījumā: daļēja slodze ir SRT priekšnoteikums.
- Ceļa kauliņa lūzums: SRT tikai pilnā ceļa ekstensijā vai hiperekstensijā; sākums 14 dienas pēc traumas vai operācijas.
- Lūzumi ceļa locītavas tuvumā: ar īpašu stāju var atslogot lūzuma zonas.
- Apakšstilba lūzumi pēc operatīvas vai konservatīvas ārstēšanas: SRT iespējama, sākoties daļējai slodzei.
- Pēdas apvidus lūzumi: SRT iespējama, sākoties daļējai slodzei.

32. Apakšējo ekstremitāšu kapsulas, saišu un cīpslu traumas

- Meniska traumas: SRT var sākt jau dažas dienas pēc operācijas pie 10-15 grādu ceļa fleksijas.

- Krustenisko saišu traumas: SRT sākums 6 nedēļas pēc operācijas pie 10-15 grādu ceļa fleksijas; bez pilnas ekstensijas.
- Potītes locītavas saišu plastika: SRT sākums 3 nedēļas pēc operācijas.
- Operatīvi ārstēts Ahilleja cīpslas plīsums: SRT sākums 6 nedēļas pēc operācijas.

33. Gūžas un ceļa locītavas endoprotēzes

- Gūžas un ceļa locītavas endoprotēzes.
- Cementētu protēžu gadījumā SRT var sākt 14 dienas pēc operācijas.
- Bezcementa protēžu gadījumā SRT var sākt 6 nedēļas pēc operācijas.
- Ārstēšanas laikā nedrīkst būt sāpju.
- Nepieciešamas regulāras rentgena kontroles.

34. Zudeka slimība

- Sinonīms: simpātiskā refleksā distrofija.
- Lokāla vielmaiņas disregulācija ar īpašu neironu struktūru līdzdalību augšējo vai apakšējo ekstremitāšu apvidū; to var izraisīt dažādi cēloņi, piemēram, trauma vai operācija.
- SRT spēj pozitīvi ietekmēt slimību, aktivējot un pastiprinot neirotrofo vielu izdalīšanos, kā arī reaktivējot neironu tīklus.
- Atkarībā no skartās ekstremitātes stāvokļa SRT var veikt ar daļēju vai pilnu slodzi.
- Ja skartas rokas, tās var balstīt uz platformas virsmām.

35. SRV efekti neiropātijas un diabēta gadījumā

- Sensorās uztveres uzlabošana.
- Reflektorās kontroles uzlabošana.
- Līdzsvara uzlabošana.
- Staigāšanas spējas atjaunošana.
- Kritienu profilakse.
- SRV: par 34% labāka uztvere nekā konservatīvai terapijai.

36. SRV efekti pēc insulta un galvas smadzeņu traumas parēžu gadījumā

- Brīvprātīgās muskuļu aktivācijas potenciāla palielināšana.
- Sensorās uztveres uzlabošana.
- Neapzinātu muskuļu aktivāciju ģenerēšana.
- Staigāšanas spējas un līdzsvara atjaunošana un uzlabošana.
- Nervu šūnu apvienību reorganizācijas veicināšana.
- Neuroprotekcija.
- SRV: par 40% labāka aktivējamība nekā konservatīvai terapijai.

37. SRV efekti multiplās sklerozes un ALS gadījumā

- Līdzsvara uzlabošana.
- Reflektorās kontroles uzlabošana.
- Staigāšanas spējas uzlabošana.
- Kritienu profilakse.

- Neuroprotekcija - nervu sistēmas aizsardzība.
- Uzlabota nervu šūnu apvienību funkcionalitāte.
- SRV: par 27% labāks līdzsvars nekā konservatīvai terapijai.

38. SRV efekti Parkinsona slimības gadījumā

- Rigiditātes un tremora mazināšana.
- Izteikts kustību drošības un dzīves kvalitātes uzlabojums.
- Gaitas un līdzsvara uzlabošana.
- Bradikinēzijas/akinēzijas mazināšana.
- SRV: rigiditāte samazināta par 24% salīdzinājumā ar konservatīvu terapiju.
- SRV: tremors samazināts par 25% salīdzinājumā ar konservatīvu terapiju.

39. Kontrindikācijas: ortopēdiskie aspekti

- Akūti iekaisumi.
- Svaiga starpskriemeļu diska trūce.
- Svaigs lūzums.
- Nesen implantētas endoprotēzes.
- Izteikti progresējuši osteoporoze ar akūtu lūzuma risku.

40. Kontrindikācijas: neiroloģiskie un psihiskie aspekti

- Dziļā smadzeņu stimulācija Parkinsona slimības gadījumā.
- Šizofrēnija.
- Epilepsija.
- Uztveres traucējumi.
- Reibonis.

41. Kontrindikācijas: kardioloģiskie aspekti

- Sirds elektrokardiostimulators.
- Izteikta hipertensija vai hipotensija.
- Aneirisma - arteriālo asinsvadu paplašinājums.
- Izteikti sirds ritma traucējumi.

42. Kontrindikācijas: citi aspekti

- Slikta dūša un slikta pašsajūta.
- Audzēji/metastāzes.
- Grūtniecība.

43. SR vibrācija: iekšējās indikācijas iestādē

- Osteoporoze.
- Mugurkaula sūdzības muskuļu disbalansa gadījumā.
- Lūzumi, ja iespējama pilna slodze un ir izveidojies kalluss: ceļa kauliņš, lūzumi ceļa locītavas apvidū, apakšstilba lūzumi, pēdas apvidus lūzumi.
- Ceļa locītavas kapsulas un saišu traumas - 6 nedēļas pēc operācijas.

- Potītes locītavas kapsulas un saišu traumas - 3 nedēļas pēc operācijas.
- Meniska traumas - 3 nedēļas pēc operācijas.
- Stāvoklis pēc Ahilleja cīpslas plīsuma - 6 nedēļas pēc operācijas.
- Apakšējo ekstremitāšu artrozes.
- Zudeka slimība.
- Nepilni muguras smadzeņu bojājumi.
- Ataksija un līdzsvara traucējumi, arī pēc galvas smadzeņu traumām.

44. Vibrācijas treniņš terapijā

- ar īpašu uzsvāru uz stohastisko rezonansi
- S. Dalichau
- Lietišķās profilakses un veiktspējas diagnostikas institūts
- BG nelaiemes gadījumu ambulatorā klīnika un rehabilitācijas centrs pie Brēmenes lidostas