



Od poskusov na žabjih krakih do svetovnih rekordov

ROBERT KEREŽI

Z električnimi stimulatorji mišic do boljših športnih rezultatov

Italijanski zdravnik Luigi Galvani se je že okrog leta 1780 ukvarjal z raziskovanjem vpliva elektrike na krčenje mišic. Takratne poskuse je izvajal na žabjih krakih. Dandanes se z delovanjem, obliko in funkcijo mišic ukvarjajo številni znanstveniki z najrazličnejših področij, zanimajo pa jih predvsem boleznin in spremembe mišic pri ljudeh ter njihovo zdravljenje. Pri tem jim je v veliko pomoč električna stimulacija mišic, ki se lahko uporablja za povečevanje moči posameznih mišic, doseganje učinkovitih in smiselnih gibov okončin pri oslabelih mišicah, za krepitev in oblikovanje telesa, za ogrevanje, masažo ter sprostitve. Seveda so zato naprave, ki jim pravimo električnimi stimulatorji mišic, zelo zanimive tako za športnike kot za njihove trenerje.

PROCES KRČENJA IN SPROSTITVE MIŠICE

Da bi električno stimulacijo mišic bolje razumeli, moramo najprej pogledati sestavo skeletnih mišic in nastanek širjenja akcijskega potenciala (spremembe električne napetosti) ter posledično krčenja mišic. Okoli 40 odstotkov človeškega telesa je sestavljeno iz skeletnih mišic, ki jih je približno 650. Na različne načine se med seboj prepletajo in so s kitami pritrjene na kosti. Kot v svoji seminarski nalogi z naslovom Elektrostimulacija mišic zapiše Božica Antulin z oddelka za fiziko Fakultete za matematiko in naravoslovje iz Maribora, sta mišičevje in okostje med seboj tesno povezana in soodvisna sistema v telesu. Skeletne mišice so sestavljene iz snopov mišičnih vlaken in vsak snop je obdan z ovojnico ter prepletom krvnih žil, ki mišicam za opravljanje mehanskega dela dovajajo kisik. Mišično vlakno je sestavljeno iz množice kot las tankih miofibril, zaradi katerih imajo mišice progast videz. Za krčenje mišic je potrebno vzburjenje, to pa poteka v obliki živčnih impulzov, ki preko živčnih vlaken do mišične celice prenesejo ukaz za krčenje. Takrat se sprosti živčni prenašalec, imenovan acetilholin, veže pa se na posebne sprejemne molekule receptorje, ki se nahajajo v posebni membrani. "Molekule prenašalca so za mišično celico dražljaj, zato povzročijo v njej vzburjenje, ki

TEST

Mišični elektrostimulator Sport Elec-Sport Pro, ki smo ga testirali, ima štirinajst programov in štiri kanale, na katere lahko namestimo skupno osem elektrod. Z njim lahko izboljšamo prekrvitev in pripravimo kožo za optimalno prevodnost oziroma učinkovitost stimulacije, lahko si povrnemo mišično maso (po bolezni, med okrevanjem...), si krepimo vzdržljivost ter odpornost mišic, vplivamo na eksplozivno moč mišic, naredimo običajno in aktivno regeneracijo, se masiramo in sproščamo. Lahko pa izvajamo še tako imenovano metodo TENS (transkutana elektro nevro stimulacija), ki se uporablja za odpravo in blažitev akutnih in kroničnih bolečin. Uporabimo lahko tudi endorfinski program, ki s sproščanjem posebnih encimov endorfinov izjemno učinkovito lajša napetost mišic in bolečine v mišicah, ter vaskularizacijo, s katero povečamo pretok krvi in izboljšamo preskrbljenost mišic s kisikom. Zaradi tvorjenja natančnih oblik signalov in ustvarjanja zelo visokih frekvenc ter palete različnih programov, ki jih lahko poljubno variiram, sodi izdelek med profesionalne pripomočke tako za športnike kot za fizioterapevte.

ŠPORTNIK O STIMULATORJU

"Poudaril bi, da mišični stimulatorji nikakor ne morejo nadomestiti specifičnega treninga. Se mi pa njihova uporaba vsekakor zdi smiselna predvsem pri raznih poškodbah, za regeneracijo in ko športniki nimamo dovolj časa ali možnosti za trening. V zadnjem času mišični stimulator uporabljam precej manj kot v preteklosti. Največkrat ga uporabim za regeneracijo mišic. Zelo dosti sem ga uporabljal v preteklosti, ko so me pestile razne poškodbe, ker sem poskušal nekako ohranjati mišično maso. Menim, da so stimulatorji dobrodošli predvsem zaposlenim osebam, ki ob vseh obveznostih po navadi nimajo dovolj časa za treninge. Vsekakor pa sem mnenja, da je boljše trenirati, stimulator pa uporabljati kot dopolnilo k treningu. S stališča kolesarja se z vsemi pozitivnimi učinki elektrostimulacije, ki jih obljublajo proizvajalci, žal ne morem strinjati. Vzdržljivost in mišično maso lahko namreč pridobimo samo s specifičnimi treningi. Uporaba mišičnega stimulatorja je lahko samo dopolnilo k treningom. Strinjam pa se, da je njihova uporaba res zelo varna in enostavna, saj so proizvajalci v tej smeri v zadnjih letih naredili velik napredek. Za rehabilitacijo poškodb in drugih zdravstvenih težav pa se je vsekakor treba predhodno posvetovati z zdravnikom ali fizioterapevtom," pravi **Jure Golčer**.

se razširi po celotni membrani in pripotuje v notranjost mišičnega vlakna. Vzburjenje poteka v obliki spremembe električne napetosti, kar imenujemo akcijski potencial, in ta potuje kot val po celotni membrani, zato ga imenujemo širjenje akcijskega potenciala," pravi Antulinova. Mišice našega telesa se odzivajo izredno hitro, saj je njihov odzivni čas dolg le nekaj milisekund. Prag stimulacije pomeni povečanje prepustnosti membrane za natrijeve in kalijeve ione, ki imajo različno koncentracijo znotraj in zunaj mišične celice. To povzroči tok obeh vrst ionov preko celične membrane, tako da prehajajo iz notranjosti v zunanost celice in obratno, kar sproži zmanjšanje upadanja napetosti ali membransko depolarizacijo. Nadaljnji

proces sprožijo črpalke v celičnih membranah, ki povzročijo povrnitev prvotne koncentracije natrijevih in kalijevih ionov in temu rečemo repolarizacija membrane. Takrat se mišica povrne v stanje sproščenosti.

KRČENJE MIŠIC ZARADI ELEKTRIKE

Elektronska stimulacija mišic je tehnika, ki z električnimi impulzi krči mišice. Impulzi delujejo na mišico tako, da izzovejo naravno krčenje, kakršno dosegamo s fizično aktivnostjo. Na površino kože pritrdimo dve elektrodi (ali več, odvisno od števila kanalov, ki jih premore električni stimulator), ki





lacije. In večji ko je električni tok, hitreje bo dosežen prag stimulacije. Kadar mišično vlakno stimuliramo s tokom, ki je nižji od praga stimulacije, se okrog katode pojavi lokalno področje draženja. Lokalno področje draženja raste s podaljševanjem draženja. A prenos dražljaja bo potekal samo takrat, ko bo tok dovolj velik, da bo membranski potencial presegel prag stimulacije in bo čas stimulacije dovolj dolg. Prenos dražljaja v obliki akcijskega potenciala povzroči krčenje mišičnega vlakna.

NAČINI ELEKTRIČNE STIMULACIJE

Poznamo več načinov električne stimulacije, vendar se bomo osredotočili zgolj na površinsko oziroma zunanjo stimulacijo, ki je najpogostejša, najdostopnejša in zanj niso potrebni nikakršni posegi. Obstajata dve vrsti zunanje električne stimulacije: tetanična stimulacija in draženje s posamičnim pulzom. Prva stimulira mišico z vrsto zaporednih stimulacijskih impulzov, pri katerih je treba nastaviti dolžino trajanja posameznega impulza in delež trajanja enega impulza proti času med dvema zaporednima impulzoma. Omogoči nam, da določimo, koliko časa bo impulz trajal in kako dolg bo premor med dvema zaporednima impulzoma. Če je čas med dvema zaporednima impulzoma prekratek, se mišica ne bo sprostila. Tetanična stimulacija povzroči maksimalen možen razvoj sile, in sicer tako, da se z zaporedjem pulzov pokrčijo vsa vlakna, saj je zaporedje pulzov dovolj hitro, da se posamezna vlakna med premori ne sprostijo. Tovrstno stimulacijo zato uporabljajo predvsem športniki za treninge, masažo in oblikovanje telesa.

sta povezani na poseben aparat - mišični stimulator. Napetost na elektrodah se spreminja, in ker je mišično tkivo prevodno, steče med elektrodama električni tok. Odziv membranskega potenciala je odvisen od tega, kolikšen je električni tok in kako dolgo traja napetost. Manjši je električni tok, daljši čas je potreben, da membranski potencial doseže prag stimu-

Druga stimulacija, draženje s posamičnim impulzom, pa ima pred začetkom stimulacije amplitudo nič, ob začetku stimulacije pa zavzame poljubno konstantno amplitudo, ki ji lahko spreminjamo dolžino trajanja. Pri draženju s posamičnim impulzom ne nastane gladka zvezna kontrakcija, ker se mišica med enim in drugim impulzom že sprosti. Zato dobimo oscilirajočo kontrakcijo. Uporablja se predvsem za določanje biomehanskih lastnosti skeletnih mišic.

POTEK ELEKTRIČNE STIMULACIJE

Elektrostimulator preko površinskih elektrod pritrdimo neposredno na kožo nad mišico, ki jo želimo stimulirati. Pri tem je zelo pomembno pravilno nameščanje elektrod in da je amplituda stimulacije primerna. Prevelika amplituda povzroči bolečino, v skrajnih primerih celo opekline. Pomembna sta tudi čas trajanja in frekvenca električne stimulacije. S pravilno frekvenco zmanjšamo ali preprečimo bolečino, da je proces stimuliranja prijetnejši. Na mišico običajno namestimo dve ali štiri samolepljive elektrode. Program stimulacije izbere mo glede na želene terapevtske učinke. Ko so vsi ti parametri nastavljeni, pošlemo akcijski potencial po živčnem nevronu do mišice in začne se proces krčenja. Elektrostimulacija povzroči mišično kontrakcijo, ki jo čutimo močnejšo od tiste, ki jo lahko izvedemo sami. Kljub temu elektrostimulacija ne sme biti boleča. Programi stimulacije trajajo različno dolgo, običajno od 20 do 60 minut, in v terapevtske namene jo lahko izvajamo vsak dan.

Za pravilno in prijetno delovanje je zelo pomembna tudi ustrezna velikost elektrod. Površinska stimulacija lahko stimulira predvsem mišice pod kožo, za stimulacijo globljih mišic bi bilo treba dodajati več energije, kar pa ni praktično in prijetno za uporabnika. Glavni pomanjkljivosti površinske stimulacije sta torej omejen doseg stimulacije in slaba selektivnost stimulacije mišic.