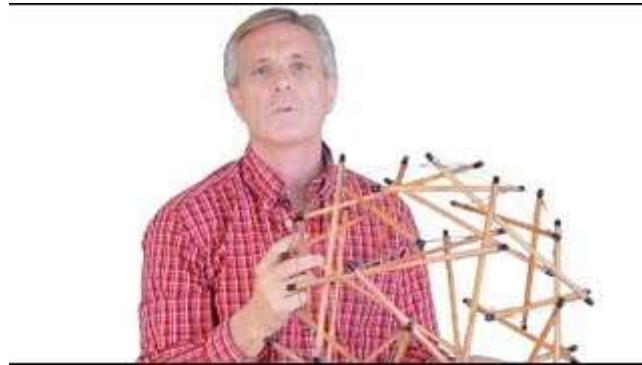
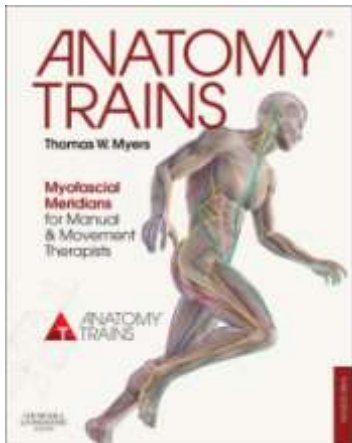


Thomas W. Myers: ANATOMY TRAINS - MIOFASCIALNE VERIGE



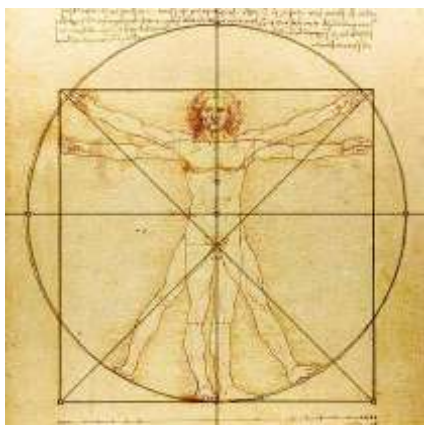
Povzetek poglavja o TENZEGRITETI

MIŠIČNO-SKELETNI SISTEM KOT TENZEGRITETNA STRUKTURA

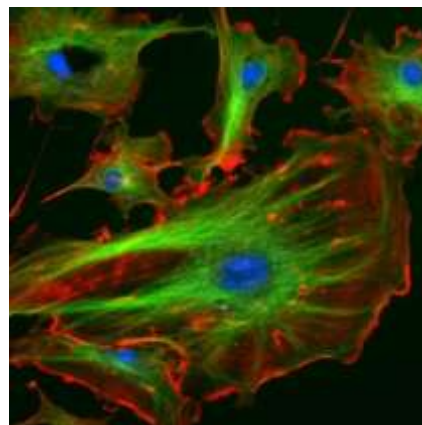
Telesna arhitektura v luči tenzegritetne geometrije

Medtem ko smo uspešno uporabili geometrijo za galaksije in atome, je geometrija, ki jo uporabljamo zase, praviloma omejena na vektorje in nagnjene ravnine. Čeprav smo se veliko naučili s standardno mehaniko, ki je osnova našega trenutnega razumevanja kineziologije, ta raziskovalna smer še vedno ni ustvarila prepričljivih modelov gibanj, ki bi bili tako osnovni, kot je človeška hoja.

Novo razumevanje mehanike celične biologije pa naj bi razširilo sedanje kineziološko razmišljanje v smeri nove veje medicine, tako imenovane "prostorske medicine".



A



B

Starodavni in renesančni umetniki so iskali geometrični ideal za človeško obliko (A), vendar sodobni ekvivalent izhaja iz upoštevanja prostorskih potreb posameznih celic (B), ki bi lahko določil geometrijski ideal za vsako telo.

"Tenzegriteta" je bila skovana iz besedne zveze "tenzijska integriteta". Nanaša se na strukture, ki ohranjajo svojo celovitost, predvsem zaradi ravnotežja tkanih tenzijskih sil skozi celotno strukturo.

Tenzegriteta opisuje načelo strukturnega odnosa, v katerem je strukturna oblika zagotovljena s končno zaprtim, celovito neprekinjenim, tenzijskim vedenjem sistema, ne pa prek prekinjenih in lokalnih kompresijskih členov.

Pajkove mreže, trampolini in žerjavi so zasidrani navzven in zato niso "končno zaprti". Vsaka premikajoča struktura živali, vključno z nami, mora biti "popolnoma zaprta", neodvisna in sposobna viseti skupaj, bodisi na nogah, stoječ na glavi ali leteti skozi zrak v labodjem potopu v jezero.

Čeprav je vsaka struktura končno združena z ravnotežjem med tenzijo in kompresijo, je za tenzegritetne strukture značilna nenehna tenzija okoli lokalizirane kompresije. Ali nas to spominja na človeško telo?

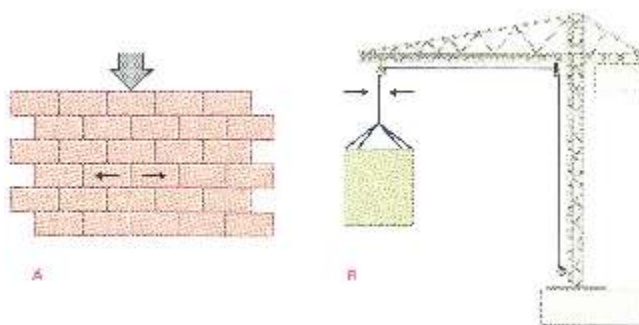
Pojasnitev gibanja, medsebojnega povezovanja, odzivnosti in vzorčenja obremenitev telesa brez tenzegritete je preprosto nepopolna. Tenzegriteta ter njena privlačna arhitekturna logika nas vodi v ponovno preučevanje našega celotnega pristopa k temu, kako se naša telesa začnejo gibati, se razvijajo, rastejo, premikajo, stabilizirajo, odzivajo na stres in "popravljajo" poškodbe.

Makrotenzegriteta: kako telo upravlja ravnotežje med tenzijo in kompresijo

Obstajata dva načina, ki ponujata podporo v tem fizičnem vesolju - preko tenzije in kompresije; obesiti ali držati. Nobena struktura ni popolnoma odvisna od enega ali drugega. Vse strukture se mešajo in ti dve sili se ujemata na različne načine na 90°: napnite vrv in njen obseg preide v kompresijo; naložite stolpec in njegov obseg se razširi v tenziji. Zmešajte ti dve temeljni centripetalni in centrifugalni sili in ustvarili boste zapletene upogibne, strižne in torzijske vzorce.

Tenzegritetne strukture so maksimalno učinkovite

Opečna stena (ali skoraj vsaka stavba) je dober primer objektov, ki temeljijo na nenehni kompresiji. Zgornja opeka se naslanja na drugo opeko, prva in druga opeka počivata na tretji, vrhnje tri počivajo na četrti opeki itd. Vse do spodnje opeke, ki mora podpirati težo vseh opek nad njo in to težo prenašati na zemljo. Visoka zgradba je lahko podvržena tenzijskim silam, kot tudi sili vetra, ki piha od strani. Te sile pa so minimalne v primerjavi s kompresijskimi silami, ki jih ponuja gravitacija, ki deluje na težko stavbo. Biološke strukture so po drugi strani podvržene strogim oblikovalskim parametrom naravne selekcije.



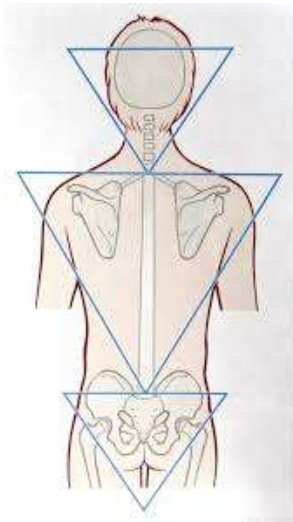
Obstajata dva načina za podporo predmetov v vesolju: tenzija ali kompresija, obešanje ali držanje. Zid podpira eno opeko na drugi in tako postavlja stalno kompresijsko strukturo. Žerjav »drži« predmete preko napetosti v kablu. Upoštevati je treba, da sta tenzija in kompresija med seboj vedno na 90°: stena gre v vodoravno tenzijo, ker pritisk pade navpično, kabel pa gre horizontalno v kompresijo, ker napetost potegne navpično.

Tenzijske sile se naravno prenesejo na najkrajšo razdaljo med dvema točkama, tako da so elastični členi tenzegrivetnih struktur natančno nameščeni tako, da najbolje vzdržijo apliciran stres.

Naš splošno razširjen vtis je, da je okostje stalna kompresijska struktura - enaka, kot je opečna stena: da teža glave sedi na vratnem vretenu, glava in prsni koš počivata na 5. ledvenem vretencu, in tako naprej do nog, ki morajo nositi celotno težo telesa in to težo prenašati na zemljo.

V skladu s tem splošno razširjenim mnenjem tudi mišice (beri: miofascia) visijo s tega strukturno stabilnega okostja in ga premikajo. V tem tradicionalnem mehanskem modelu so sile lokalizirane. Če drevo pade na en vogal povprečne pravokotne zgradbe, se bo ta vogal podrl, morda pa ne bo poškodoval preostale strukture.

Večina sodobnih manipulativnih terapij izhaja iz te ideje: če je del telesa poškodovan, je to zato, ker so lokalne sile premagale lokalna tkiva, potrebna pa je tudi lokalna obravnava tkiva.



Glede na enostavnost gradnje in preprostost kontinuiranih kompresijskih struktur (zgradb), in glede na to, koliko jih naredimo, da živimo in delamo v njih, ni presenetljivo, da so bila načela tenzegrivete tako dolgo skrita.

Ta slika prikazuje znani model kompresije telesa - glava se naslanja na C7, zgornji del telesa se naslanja na L5 in celotno telo počiva kot ogrodje opek na stopalih.

Tenzegritetne strukture so prenašalci obremenitev

Tenzegritetni model telesa nam prikaže popolnoma drugačno sliko. Sile so razdeljene, ne pa lokalizirane.

Tenzegritetna struktura združuje tenzijo in kompresijo, toda tu so členi kompresije otoki, ki plujejo v morju neprekinjene tenzije. Kompresijski elementi potiskajo navzven proti tenzijskim elementom, ki se potegnejo navznoter. Dokler sta obe skupini sil uravnoveženi, je struktura stabilna.

V telesu se ti tenzijski členi pogosto izražajo kot fascialne membrane, kot sta fascia lata ali torakolumbarna fascija, in ne samo kot tetive ali ligamenti.

Stabilnost tenzegrivetne strukture pa je na splošno manj trdna, vendar bolj prožna od stalne kompresijske strukture. Obtežite en vogal tenzegrivetne strukture in celotna struktura se bo malo prilagodila. Če pa strukturo preveč obtežimo, se bo na koncu zlomila - vendar ne nujno tam, kjer je bil postavljen tovor.

Telesne poškodbe na katerikoli dani lokaciji se lahko sprožijo z dolgotrajnimi obremenitvami v drugih delih telesa. Poškodba se zgodi, če gre za inherentno šibkost ali prejšnjo poškodbo, ne zgolj in vedno zaradi lokalne obremenitve.

Tako lahko vidimo kosti kot primarne člene kompresije (čeprav kosti lahko nosijo tudi tenzije) in miofascijo kot okoliške tenzijske člene (čeprav veliki baloni, kot je abdomino-pelvična votlina in manjši baloni, kot so celice in vakuole, lahko tudi nosijo kompresijske sile).

Ravnotežje mehkih tkiv je bistveni element, ki drži naš okostnjak pokončno. V tem konceptu so kosti videne kot "distančniki", ki se potiskajo ven v mehko tkivo, teža tenzijske miofascije pa postane odločilna za uravnoteženo strukturo.

Kompresijski členi ohranjajo strukturo, da se ne bi zrušila sama vase; tenzijski členi pa ohranjajo kompresijske stebre, da se med seboj odzivajo na določene načine. Z drugimi besedami, če želite spremeniti odnose med kostmi, spremenite tenzijsko ravnotežje skozi mehko tkivo in kosti se bodo preuredile.

Tudi na videz najbolj trden del telesa - lobanjo - lahko dojemamo kot tenzegritetno strukturo, kar vključuje delo dr. Williama Sutherlanda tudi v področje tenzegritete.

Spekter tenzijsko odvisnih struktur

Ortoped Stephen M. Levin, ki že več kot 30 let razvija idejo o "bio-tenzegriteti", vidi telo kot popolnoma zgrajeno prek različnih ravni tenzegritete, hierarhično ugnезdenih med seboj. Levin trdi, da se kostne površine znotraj sklepa ne morejo popolnoma stisniti skupaj, niti z aktivnim potiskanjem med artoskopsko operacijo. Potrebne pa so nadaljnje raziskave, da se količinsko določijo sestavne tenzijske in kompresijske sile okoli sistema kot celote, da bi ugotovili, ali je mogoče analizirati na način, ki je skladen z tenzegritetnim inženiringom. Toda očitno je, da tradicionalni pojmi nagnjenih ravnin in vektorjev potrebujejo vsaj posodobitev - če ne popolno prenovu - glede na vse večje dokaze o "plavajoči kompresiji" kot univerzalnem konstrukcijskem načelu v naši biomehaniki.

Vzemimo za primer jadrnico. Ko je zasidrana, jambor stoji samostojno, toda ko jadra rastejo z vetrom, morajo jambori biti še dodatno podprti s strani nateznih žic. S pomočjo nateznih žic so sile razporejene okoli čolna, drog je lahko tanjši in lažji, kot bi bil sicer.

Naša hrbtenica je podobno zgrajena. Odvisna je od ravnovesja napetosti "pokončnih" členov (erector spinae, še posebej longissimus) okrog nje, z namenom da se zmanjša potreba po dodatni velikosti in telesni teži v hrbtenici, posebno v lumbalnem predelu.

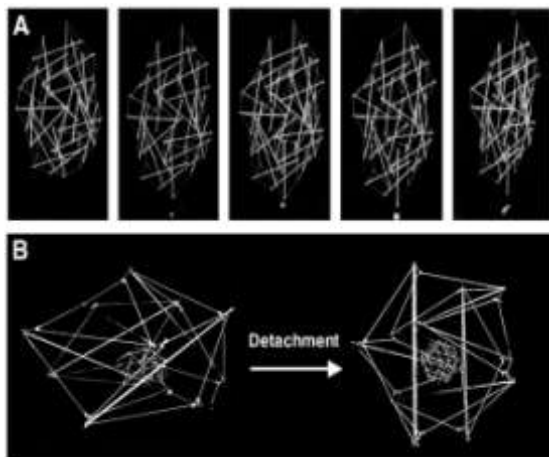


Hrbtenica je modelirana iz lesenih vretenc s processusi, ki jih podpirajo elastični "ligamenti" tako, da se leseni kompresijski segmenti ne dotikajo drug drugega. Takšna struktura se odziva tudi na najmanjše spremembe napetosti v elastikah z deformacijo skozi celotno strukturo. Lahko domnevamo, da ta preprost model dejansko reproducira mehaniko hrbtenice, vendar ali lahko hrbtenica deluje na način tenzegritete?

Telesna tenzijska fascialna mreža je neprekinjena in se umika proti kostem, ki pa potiskajo ven proti fascialni mreži. Naše telo porazdeli tenzije - še posebej dolgoročne tenzije - znotraj sebe, da bi se sile na tkivih izenačile. Klinično je jasno, da lahko sproščanje v enem delu telesa povzroči spremembe na razdalji od intervencije, čeprav mehanizem ni vedno očiten. To vse kaže na tenzegrیتeto kot primarno geometrijo za izgradnjo človeka.

Pred-stres in shranjevanje elastične energije

Vsak tenzegrیتetni sistem vsebuje energijo. Kompresijski členi imajo stalno kompresijsko silo s potiskanjem navzven, saj elastično tenzijsko omrežje potegne proti sredini. V mirovanju je tenzegrیتetna struktura ravnovesje nasprotnih sil. Če deformiramo tenzegrیتeto, se dodana energija shrani, da se bo "vrnila nazaj", ko se deformacijska sila odstrani in se struktura vrne v svojo prvotno obliko in ravnotežje sil.



(A) Z izvajanjem "pred-stresa" na tenzegrیتetno strukturo, oziroma da vnaprej dodajamo obremenitev, opazimo, 1. da se mnogi členi, kompresijski in tenzijski, nagibajo k poravnavi vzdolž linij obremenitve, in 2. da struktura postane "trdnejša" - pripravljena za večje obremenitve, ne da bi se spremenila. (B) Tukaj vidimo model v modelu, ki grobo predstavlja jedro znotraj celične strukture, in vidimo, kako se lahko obe strukturi deformirata ali reformirata z uporabo ali sproščanjem sil zunaj "celice".

Tenzegrیتetne strukture kažejo prožnost, vendar postajajo bolj toge, ko se dodaja sila do točke preloma ali kolapsa. Če se tenzegrیتetna struktura vnaprej obremeni, še posebej z zategovanjem tenzijskih elementov (pred-stres), lahko konstrukcija nosi večje obremenitve brez deformiranja. To se bolj nagiba k "strategiji fascialne togosti" pri predvidljivih situacijah z visokimi obremenitvami (dviganje uteži, premikanje klavirja) in proti "nevromuskularni strategiji nadzora" v pogojih nepredvidljivih situacij z nizko obremenitvijo (skok čez potok, igranje pinga -ponga).

Opisali smo dva načina, pri katerih se lahko miofascialni sistem preoblikuje v odzivu na stres ali predvidevanje stresa:

- Mišično tkivo se lahko zelo hitro krči glede na zahteve živčnega sistema v fascialni mreži, da pripravi na stres določeno območje ali fascialno linijo.
- Dolgoročne napetosti se lahko prilagajajo s preoblikovanjem ekstra-celularne-matrice (ECM) okoli stresnih vzorcev, pri čemer se dodaja matrica, kjer je le-te potrebno več.

V zadnjem času se v osteopatskih in body-work krogih pojavlja še tretji način fascialnega odziva: aktivno krčenje specifičnih fibroblastov na sami ECM.

Edinstvena vloga miofibroblastov zagotavlja popoln prehod makrotezengritete iz tkivnega in kostnega okolja v citoskeletni svet mikrotenzengrite.

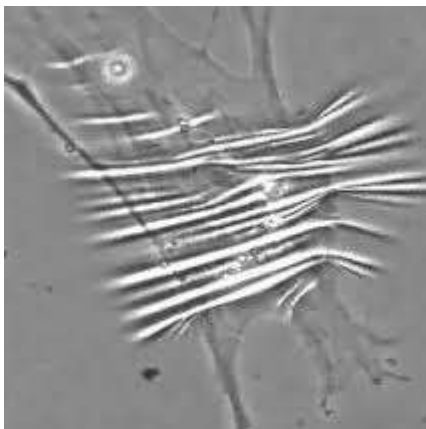
Miofibroblasti

V omejenih okoliščinah se lahko šteje, da so veliki listi fascije kontraktilni. Zdaj vemo, da vse celice vsebujejo vsaj nekaj aktinov in zato lahko izvajajo malo vlečnega pritiska na matrico. Obstaja vrsta celic v fasciji, ki pa lahko izvaja klinično pomembno kontraktilno silo - dovolj, na primer, da lahko vplivajo na stabilnost ledvenega predela hrbta. Ta skupina celic se imenuje miofibroblasti (MFB).

MFB predstavljajo vmesni člen med gladko mišično celico (pogosto najdemo v notranjosti na koncu avtonomnega motornega živca) in fibroblastom (celica, ki primarno gradi in vzdržuje kolagensko matrico).

Zdaj je jasno, da se MFB pojavljajo v zdravi fasciji in zlasti v fascialnih listih, kot so ledvična fascija, fascija lata, krvna fascija in plantarna fascija. Nahajajo se tudi v ligamentih, meniskusih, tetivah in organskih kapsulah. Gostota teh celic se lahko pozitivno spreminja s telesno aktivnostjo in vadbo, v vsakem primeru pa je gostota zelo različna v različnih delih telesa in pri različnih ljudeh.

Eno izmed presenetljivih dejstev teh celic je, da - za razliko od vsake druge mišične celice v telesu, gladke ali progaste - niso stimulirane, da se krčijo preko običajne nevronske sinapse. Zato so izven dosega zavestnega nadzora ali celo nezavednega nadzora, kot ga običajno razumemo.



Miofibroblast (MFB), ki se krči, lahko povzroči vidno "gubanje" in vitro substrata, in tako dokazuje sposobnost, da motilna moč MFB vpliva na okoliško matriko.

Ko se krčenje pojavi, pride zelo počasi v primerjavi s kontrakcijo drugih mišic, ter se stopnjuje več kot 20 - 30 minut in traja več kot eno uro preden se počasi umiri. Na podlagi dosedanjih študij in vitro to ni sistem hitrega odziva, temveč je sistem, zgrajen za več trajnih obremenitev. Deluje počasi, pod nadzorom tekoče kemijske stimulacije, in ne nevronske stimulacije. Eden od vidikov tekočega okolja je pH. Nižji, kisli pH v matrici povečuje kontraktibilnost teh MFB. Zato lahko dejavnosti, ki povzročajo spremembe pH v telesu, kot so motnje vzorca dihanja, čustvena stiska ali živila, ki proizvajajo kisline, lahko povzročijo splošno togost fascialnega telesa. MFB tudi povzročijo krčenje skozi matrico kot odgovor na mehansko obremenitev. Ker je odziv teh celic počasen, lahko traja od 15 do 30 minut ali celo več, preden zadevna fascija postane bolj napeta in trdna. Togost je rezultat vleke MFB na kolagensko matrico.

Glede na to, kako lahko te MFB celice spodbudimo z mehanskimi obremenitvami ali tekočimi kemičnimi snovmi, lahko v tem sistemu zaznamo tudi povezavo med nevronske, vaskularno in vlaknasto mrežo. Vse skupaj lahko označimo za "prostorsko medicino": kako telo zazna in se prilagaja spremembam oblike, ki jih povzročajo notranje ali zunanje sile.

MFB kažejo, kako lahko telo spremeni "pred-stres" telesne tenzegrity za več Newtonov, da bi ga utrdili zaradi večje obremenitve. Zaradi vključenega časa mora biti nadaljnji stres in obremenitev pričakovana, da pride do krčenja. Tako se lahko vprašamo, ali lahko čustveni stres povzroči podobno obremenitev in odziv MFB, ter posledično z biokemičnega vidika ustvarjanje splošno »bolj toge« (dobesedno), manj občutljive (intersticijski senzorični živčni konci postajajo vedno bolj nedejavni) in manj prilagodljive osebe.

Zanimivo je tudi, kako mikrotenzegrity deluje, da bi povezala celotno celično delovanje z ECM fascialne mreže. Na celični ravni so aplikacije tenzegrity bolj nedvoumne in lahko revolucionarno spremenijo naš pogled na medicino, saj prinašajo prostorski in porazdeljeni mehanski vidik kot dopolnilo trenutnemu biokemijskemu in omejenemu bio-mehaničnemu pogledu na medicino.

Telo ni trden okostnjak z mišicami in vezmi. To je pravzaprav občutljivo ravnotežje tenzijskih in kompresijskih sil, ki imajo vse strukture v popolnem ravnotežju. Ko mišice postanejo premočne ali prešibke, ko se ligamenti nategnejo ali ko imamo slabo držo telesa, izgubimo tenzegrity. Izguba tenzegrity je vodilni vzrok za športne poškodbe in sindrome kronične bolečine. Lahko je to neravnovesje mišic, sklepov, prehrane ali načina življenja. Obnovitev tega ravnovesja je torej bistveno za zdravljenje.

Pripravila:

Brigita Čop

avgust 2017