

Moč in pomen dotika za novorojenčka in dojenčka

Tina Bregant

S pomočjo čutil ljudje zaznavamo in tudi spoznavamo okolje. Z dotikom izkusimo svet: okolje ali osebo, pa tudi samega sebe. Kolikšna moč leži v dotiku, morda najlepše in najbolj celostno osvetli stenska upodobitev *Stvarjenje Adama* v Sikstinski kapeli, ki jo je leta 1511 naslikal Michelangelo Buonarroti.

Prve raziskave pomena dotika segajo v obdobje med obema vojnama, ko je v Združenih državah Amerike raziskovalec Harry Harlow preučeval vedenje opic. Zanimalo ga je, kako se opice učijo. Ker je potreboval za raziskavo nadzorovane razmere, je za opičje mladiče skrbel sam. Odtegnil jih je iz bližine njihovih mater - pravimo, da jih je socialno prikrajšal. Danes take raziskave zavračamo, saj kršijo pravice živali, takrat pa se niso zdele sporne, saj pravega pomena socialne prikrajšanosti oziroma deprivacije niti nismo še poznali niti ga nismo razumeli. Harlow je v svojih raziskavah opazil, da so se mladiči kljub temu, da so imeli za-

gotovljene osnovne fiziološke potrebe, začeli obnašati drugače kot tisti, ki so jih vzgajale njihove matere. Ti mladiči so se držali sami zase, pri tem pa so stiskali k sebi mehko krpo. Harlowa je zanimalo, ali je to za opice nenavadno, nesocialno vedenje mladičev posledica tega, da jih je odtegnil iz materine bližine. Bolj natančno je pričel preučevati odnose med mladiči in njihovimi materami. Tako je povsem spremenil lastno smer raziskovanja, hkrati pa je odprl nova raziskovalna obzorja.

Pomen materine navzočnosti za otroka

Potreba po mehkem dotiku, ki spominja na mehko, kosmato opičjo mater, je Harlowa spodbudila k preučevanju vezi med mamo in otrokom. Hkrati s Harlowom so stike med otroki in družino raziskovali tudi v Evropi. Obdobje pred drugo svetovno vojno, med njo in po njej je namreč pomembno zaznamovalo vse: moške, ki so se v vojni borili in prenekateri izgubili življenje, ženske, ki so prevzele skrb za družino, vključno z eko-



Izvrstna slika Adama, ki sam leži v pustinji in čaka na odločno, mišičasto podobo Boga Očeta s skupino, ki se z neba spušča nadenj, da se ga dotakne z nabojem življenske energije, je delo Michelangela Buonarottija. *Stvarjenje Adama*, Sikstinska kapela, 1511. Z nekaj domišljije prepoznamo v rožnatem plašču, ki obdaja Boga, obris možganov. Bog preko globokih možganskih struktur sega iz čelnega režnja proti Adamu.

Vir: Wikipedia, prosto dostopno na: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Creation_of_Adam.jpg.

nomskim preživljanjem družine, in otroke, ki so osiroteli ali izkusili holokavst. John Bowlby, Rene Spitz in James Robertson so se ukvarjali z otroki, ki so bili nameščeni v posebne ustanove bodisi zaradi delikventnega vedenja, osirotelosti ali pa zaradi bolezni. Svetovna zdravstvena organizacija (angleško World Health Organization, WHO) je Johnu Bowlbyju naročila izvesti raziskavo o odnosu med materjo in otrokom, ki so jo poimenovali *Skrb za matere in duševno zdravje* (angleško *Maternal Care and Mental Health*). Do takrat, marsikje pa še kasneje, se je mislilo, da je stik matere z otrokom za razvoj škodljiv. Celotna medicina je otroke do takrat obravnavala s precej manjšo zavzetostjo kot odrasle bolnike. Sterilne porodnišnice, s čim manj stikov med osebjem in dojenčki, so se zdele najboljše, kar je takratna medicina lahko ponudila.

Po drugi svetovni vojni, ko se je Evropa soočila s številnimi sirotami in je John Bowlby za Svetovno zdravstveno organizacijo leta 1951 pripravil poročilo, pa se je razumevanje pomena stika med materjo in otrokom šele prav začelo. Bowlby je z raziskavami utemeljeval vzročno povezavo med skrbjo za otroka v najnežnejših letih in njegovim kasnejšim duševnim zdravjem. Predlagal je načine,

kako podpreti družino in družbo v skrbi za otroka. Poudaril je pomen mame ne le kot vira hrane zaradi dojenja, pač pa kot najpomembnejšega dejavnika otrokovega razvoja, predvsem otrokovega duševnega zdravja.

Moč dotika že v porodnišnici

Danes že v porodnišnici skrbimo za simbiozo otroka in matere. Smernice, ki sta jih sprejela Svetovna zdravstvena organizacija in Sklad za otroke pri Združenih narodih (angleško United Nations Children's Fund, UNICEF) skupaj s pobudo *Novorojenčkom prijaznih porodnišnic* (*Baby-Friendly Hospital Initiative, BFHI*), vključujejo stalno skrb za stik kože s kožo, in sicer takoj po rojstvu ter neprekinjeno do prvega podoja, kar pomeni stalni stik matere in novorojenčka. Ta stik, ki je pravzaprav postal kar večšina zdravstvenega osebja, imenujemo žargonsko kar koža-na-kožo. Uporaba smernic, ki je zapisana v listini *Deset korakov k uspešnemu dojenju* in so jo sprejeli leta 1991 na kongresu Mednarodne pediatrične zveze v Ankaru, je po celem svetu vplivala na uspešnost dojenja in izboljšala zdravstvene izide novorojenčkov. Raziskava iz leta 2006 je ob doslednem upoštevanju simbioze med materjo in novorojenčkom pokazala na zmanjšanje

Takoj po rojstvu so za novorojenčka najbolj naravno okolje matrine prsi. Zgodnji stik kože s kožo se idealno začne takoj po porodu. Golega novorojenčka položimo na matrine gole prsi, ga pokrijemo s toplo odejico, na glavo mu damo suho kapico. Kot za ostale sesalce naj bi na ta način ustvarili naravno življenjsko okolje, in sicer gole matrine prsi. Tako življenjsko okolje izpolni vse biološke potrebe novorojenca po hrani, toploti, primerni vlagi in varnosti. Vir: Tina Bregant.



neonatalne smrti kar za 22 odstotkov v ruralnih predelih manj razvitih dežel, če so upoštevali stik kože s kožo in dojenje takoj po porodu.

Institucionalizirana skrb za porod, mater in otroka je v nasprotju z biološko nujnostjo, vendar pa nudi določeno varnost porodnicam in novorojenčkom. Če novorojenček ali mati potrebujeta dodatno oskrbo, ju moramo zaradi oskrbe začasno ločiti. Kljub odtegnitvi matere kot pomembnega vira dražljajev, ki otroku nudijo podporo v razvoju, pa se pri takem otroku zgodi prava poplava drugih dražljajev: močna svetloba, hrup, rokovanje z otrokom, ki vključuje previjanje, hranjenje, pa tudi dovajanje zdravil. Trudimo se, da sta oba, mati in otrok, dobro oskrbljena in da so novorojenčki v varnem okolju, kjer izkusijo čim manj bolečinskih dražljajev, pa tudi močnih dražljajev iz okolja. To zgodnje obdobje lahko kljub svoji kratkosti pomembno vpliva na otrokov kasnejši razvoj. Pri bolnih novorojenčkih ali nedonošenčkih se je skorajda nemogoče izogniti bolečinskim dražljajem, pretiranemu dotikanju zaradi običajnih postopkov nege in oskrbe v bolnišnici ter pretiranim čutnim dražljajem, kot sta močna svetloba in brnenje aparatov, vendar pa izkušeno medicinsko osebje poskrbi, da je bolečih dražljajev čim manj, da je okolje čim bolj mirno, tiho in kolikor mogoče varno, včasih pa je treba uporabiti tudi analgetična zdravila.

Razvoj občutljivosti z dotik - tipne zaznave

Znaki občutljivosti za dotik so opisani že pri dvomesečnih plodovih, od enajstega tedna nosečnosti pa so pri dvojčkih opisani medsebojni dotiki in medsebojna vplivanja, ki jih lahko razumemo kot pravo tipno spodbujanje in delujoči sistem tipne in proprioceptivne občutljivosti. Od petnajstega tedna nosečnosti dalje pri dvojčkih lahko opazujemo stalno in vedno bolj izrazito medsebojno tipno spodbujanje. Nekaj tednov pred rojstvom je sposobnost zaznave že toliko izoblikovana, da služi kot zaznava škodljivih dražljajev, hkrati pa dotikanje že pomeni del družbenega in čustvenega sveta, pa tudi že sredstvo komunikacije. Od dva- in dvajsetega tedna dalje namreč lahko pri plodu opazujemo kinematično prilagajanje glede na somatosenzorične lastnosti dotikajočega se predela, kar govori v prid načrtovanju giba, učenju, ki je sicer zelo verjetno na ravni habituacije, ter dotiku kot sredstvu sporazumevanja. Da vstopamo v odnose z drugimi bitji, nam je vrojeno. To najlepše prikaže raziskava interakcij med dvojčki, ki je pokazala, da se dvojčki od štirinajstega tedna nosečnosti dalje usmerjeno dotikajo drug drugega, da so gibi načrtovani (naučeni) in usmerjeni na dvojčka in presegajo zgolj ustaljene, vnaprej določene refleksne gibe.



Ko opazujemo doječega otroka, vidimo, da nekateri novorojenčki krilijo z rokico, kot bi hoteli zagrabit dojko. Ko se umirijo, položijo roko na dojko, kot bi hoteli pokazati – »to je moje«. Ti gibi naj bi po porodu okrepili materin oksitocinski odgovor in s tem hormonskim odgovorom vplivali tudi na navezovanje matere in otroka drug na drugega.

Vir: Tina Bregant.

Tudi kasneje so dotiki in dotikanje lahko močno sredstvo pri spreminjanju in nadzoru otrokovih vedenjskih stanj. Z božanjem otroka umirimo, lahko ga žgečkamo in prebudimo, lahko ga vščipnemo, da ga zaboli in zajoka. Ko je sicer zdrav otrok vznemirljen, prestrašen, ga kaj boli, večina staršev intuitivno vzame otroka v naročje in ga nežno boža. S pomočjo sodobnih slikovnih tehnik danes vemo, da posebna tipna (taktilna) vlakna, ki jih imenujemo CT-vlakna, iz kože vodijo v insulo, medialno prefrontalno skorjo in sprednji del cingulate skorje ter aktivirajo povezave v možganih, ki sodelujejo v čustveno-socialnih stikih. Koža in nežno dotikanje določenih predelov kože torej že pri dojenčkih zares delujeta kot »socialni organ«.

Počasna, CT-afherentna ali C-taktilna vlakna prevedejo prijeten, nežen dražljaj, to je lahko dotik, kot je božanje, do orbitofrontalne skorje in v rostralni del cingulate skorje. Tako nam prepozna tipnih dražljajev sicer omogoča preživetje – umik od bolečine in prepoznavo okolja, hkrati pa ti nežni, tipni dražljaji aktivirajo možganske predele, ki sodelujejo v čustveno-socialnih omrežjih in omogočajo sporazumevanje, interakcijo (na primer mama-otrok, dvojčki *in utero*), negovalno vedenje (angleško grooming), posredno pa pomiritev, tolažbo, izkazovanje ljubezni in skrbi. Glede na izkušnje iz sirotišnic tako v Združenih državah Amerike kot v Romuniji pred nekaj desetletji se zdi, da prav odsotnost dotika – tipnega spodbujanja – v obdobju dojenčka lahko zavre rast in razvoj ter celo poveča smrtnost dojenčkov.

Tipna zaznava sodi med najzgodnejše delujoče zaznavne sisteme v možganih. Zanimivo je, da pri novorojenčkih tipno spodbujanje zajame mnogo večje aktivirane predele možganske skorje kot spodbujanje z zvočnim ali vidnim dražljajem. Slednja zajameta predele primarne senzorične skorje za procesiranje vidnega in slušnega dražljaja, medtem ko tipno spodbujanje aktivira poleg primarnih senzoričnih predelov tudi

senčnični in temenski reženj. Prijeten dotik pri odraslih povzroči aktivacijo zgolj sprednje prefrontalne skorje. S posebno tehniko NIRS (angleško Near InfraRed Spectroscopy – spektroskopija s pomočjo sevanja blizu infrardečega spektra) so raziskovalci ugotovili, da pri desetmesečnikih že pride do obojestranske aktivacije sprednje prefrontalne skorje, medtem ko tri- in šestmesečni dojenčki te aktivacije še nimajo.

V tipu se lahko tudi naknadno izmojstrimo. Tako se predeli možganov, ki so namenjeni tipu, povečajo že pri primatih, ki delajo posebne tipne naloge, podobno pa se zgodi pri ljudeh, ki so slepi od rojstva in se zgodaj začnejo učiti Braillove pisave.

Uporaba dotika pri negi in skrbi za dojenčka

Stik kože s kožo in dojenje

Takoj po rojstvu mati in novorojenček vstopita v odnos, ki se je začel že v nosečnosti in se bo nadaljeval. S tega vidika se morda zdi to prehodno, izredno kratko obdobje precej nepomembno. Vendar pa je to obdobje kritično obdobje za dojenje. Etologi so opisali kar devet stopenj, skozi katere novorojenček ob tesnem stiku kože s kožo sam pride do dojke in se nahrani. Obsežna pregledna raziskava, ki je zajela 43 nadzorovanih raziskav, je pokazala, da stik kože s kožo pomembno spodbudno vpliva na dojenje takoj po rojstvu kot tudi štiri mesece kasneje. Trajanje dojenja je bilo daljše, z dojenjem se je začelo prej, manj je bilo dohranjevanja. Zrelejši nedonošenčki so bili ob stiku kože s kožo takoj po rojstvu bolj dihalno in srčno stabilni, potrebovali so manj zdravstvene oskrbe, samouravnavanje vedenja novorojenčka je boljše in vključuje umiritev bitja srca, ustrezno uravnavanje sladkorja v krvi in toplotno prilagajanje.

Zgodnji stik s prvim podojem tudi pozitivno vpliva na stik matere in otroka nekaj dni po rojstvu, ta vpliv pa traja vsaj do otrokovega prvega leta, ko so raziskavo prekinili.

Stik kože s kožo in kengurujčkanje

Stik kože s kožo uspešno uporabljamo pri donošenih otrocih takoj po rojstvu kot zelo učinkovito pomoč pri spodbujanju dojenja. Pri nedonošenčkih uporabljamo posebno obliko stika kože s kožo, tako imenovano kengurujčkanje. Ta preprost način rokovanja z nedonošenčkom povečuje navezanost, umirjanje in zmanjševanje stresa pri nedonošenčkih, pa tudi pri njihovih skrbnikih, in celo zmanjšuje umrljivost otrok.

Kengurujčkanje je leta 1978 v Bogoti v Kolumbiji, ko je na intenzivnem neonatalnem oddelku zmanjkalo inkubatorjev, predlagal profesor neonatologije Edgar Rey Sanabria (neonatologija je veda o preprečevanju, razpoznavanju in zdravljenju bolezni pri novorojenčkih). Stalni stik kože s kožo, izključno dojenje in odpust iz bolnišnice takoj, ko je mogoče, so pri kengurujčkanih nedonošenčkih prinesli podobne učinke kot intenzivna nega v inkubatorju. Celotno več, kengurujčkani nedonošenčki so bolje pridobivali na telesni teži, bolje so uravnavali telesno temperaturo, ti otroci so bili tudi večkrat in dlje časa dojeni. Opažali so tudi boljše navezanost otroka in matere, boljše družinsko vzdušje, manj stresa in pozitivne učinke na otrokov spoznavni razvoj.

Tipno spodbujanje – masaža

Masaža kot sredstvo pomirjanja, lepotnega rituala ali izganjanja duhov je poznana tehnika v nezahodnih civilizacijah. Če pomislimo, koliko tipnega spodbujanja je deležen plod že *in utero*, si lahko mislimo, da pri nedonošenčkih izostane tudi ta, za razvoj možganov pomembna dejavnost. Po drugi strani pa vemo, da pretirano spodbujanje lahko krni otrokov razvoj.

Če na masažo pogledamo z vidika tipnega spodbujanja, vidimo, da so pri glodalcih ugotavljali z masažo pospešeno zorenje možganske skorje, pri nedonošenčkih pa so ob masaži ugotavljali hitrejšo zorenje elektroencefalografske aktivnosti in vidne ostrine, ob tem pa tudi zvišane serumske vrednosti

IGF-1 (angleško Insulin-like Growth Factor-1 – rastni dejavnik, podoben inzulinu). Redno masirani, stabilni nedonošenčki tudi boljše prenašajo bolečino in dosežejo višje točke na kognitivnem testiranju v starosti enega leta. Vendar pa moramo vedeti, da se masaže zaradi nekoliko protislovnih podatkov tudi bojimo – moč dotika je za krhkega nedonošenčka lahko hitro premočna in boleča. V metaanalizi šestih raziskav nedonošenčkov so tako ugotavljali, da blaga gibalna aktivnost vpliva na povečano mineralizacijo kosti. Ker pa je bilo raziskav premalo, bile pa so tudi metodološke šibke, so raziskovalci zaključili, da gibalni programi za nedonošenčke ne morejo postati del rutinske oskrbe, saj lahko tovrstna aktivnost tudi slabo vpliva na rast in razvoj, kostni metabolizem, povzroča pa lahko tudi skeletne deformacije. V raziskavi posebej opozarjajo na pomembnost prehrane (kalorični vnos, vnos proteinov, kalcija in fosforja).

Tipno spodbujanje – terapevtski dotik

Že intuitivno vemo, da otroka potolažimo tako, da ga vzamemo v naročje, kjer je pokrčen, v fleksijskem položaju, ga božamo, zibamo, mrmramo ali tiho pojemo. Gre za pravo tipno spodbujanje. V strokovni literaturi pa poseben način drže novorojenčka opisujemo kot terapevtski dotik, ko je otrok objet in zavrt v naročju s pokrčenimi okončinami čim bližje trupu, desna roka skrbnika je na zgornjem delu telesa, leva pa na spodnjem delu hrbta in kolku.

To tehniko polaganja rok uporabljajo v sestriški negi od leta 1970 dalje. Medicinska sestra Dolores Kruger je to tehniko tudi sistematično opisala in jo vpeljala v kurikulum medicinskih šol v Združenih državah Amerike. Danes se ta tehnika redno uporablja tudi pri odraslih, pri bolnikih s kronično bolečino, ki ni rakavega izvora, in motnjami spanja, starejših z Alzheimerjevo demenco za zmanjševanje anksioznosti in nemira ter nekaterih težje opredeljivih težavah. Žal je za standardizacijo tega ukrepa pri točno dolo-



Negovalno vedenje pri ljudeh vključuje božanje, ljubkovanje in »crkljanje«, pri čemer praviloma uživata oba, tako otrok kot skrbnik, in pomembno prispeva k navezanosti obeh. Vir: Tina Bregant.

čenih bolnikih premalo ustreznih podatkov.

Tipno spodbujanje in dojenje

Med dojenjem morda nimamo občutka, da bi prišlo do nekega izjemnega tipnega spodbujanja. Vendar pa med dojenjem prihaja do statistično pomembno večjega števila dotikov med mamo in otrokom, več je tipnega spodbujanja, več je tudi pogledov, ki jih mati nameni otroku, kot če je otrok hranjen po steklenički. To drži tako za obdobje, ko se otrok hrani, kot za obdobje, ko je otrok samo prislonjen k prsim. Če je otrok buden, je tudi več zvočnega spodbujanja, pri čemer se z zvočnim spodbujanjem povezuje število izmenjanih pogledov med otrokom in materjo. Dojenje tako tudi zaradi stika kože s kožo ni samo hranjenje, pač pa mnogo več – sporazumevanje in čustvena povezava med otrokom in mamo.

Kdor skrbi za otroke, »ve«, da jih pomirja redni ritem budnosti in spanja ter hranjenje – sesanje dudu ali uporaba sladkih tekočin in toplega mleka. V literaturi to opisujemo kot sesanje brez hranjenja, ki ga dosežemo

z uporabo dudu in ga tudi lahko razumemo kot (oro)taktilno spodbujanje.

Zaključek

Ponotranjenje koncepta stika kože s kožo in razumevanje procesov, ki so vpleteni v tipno zaznavo in spodbujanje, sta ključni za vse, ki delamo z novorojenčki, dojenčki in njihovimi starši. Pri dojenčku je prav koža njegov največji čutilni organ, služi pa tudi kot razmejitev telesa od okolice in kot ščit pred vplivi okolja.

Dotik in stik kože s kožo sta dragocena, prijetna in enostavna »trika«, ki nam ju je narava zapustila v evoluciji in pomembno vplivata na razvoj nedonošenčka, novorojenčka in dojenčka. Seveda le, če ju v tem institucionaliziranem svetu razumemo in nanju ne pozabimo.

Literatura:

Als, H., Duffy, F. H., McAnulty, G. B., in sod., 2004: *Early experience alters brain function and structure. Pediatrics, 113: 846-857.*

Bowlby, J., 1986: *Citation Classic, Maternal Care and Mental Health*, 50: 18. Dostopno na: <http://www.garfield.library.upenn.edu/classics1986/A1986F063100001.pdf>.

Bowlby, J., 1951: *Maternal Care and Mental Health*. Ženeva: World Health Organisation.

Castiello, U., Becchio, C., Zoia, S., Nelini, C., Sartori, L., in sod., 2010: *Wired to Be Social: The Ontogeny of Human Interaction*. *PLoS One*, 5 (10): e13199. Dostopno na : [10.1371/journal.pone.0013199](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013199).

Charpak, N., Ruiz, J., Zupan, J., Cattaneo, A., Figueroa, Z., in sod., 2005: *Kangaroo mother care: 25 years after*. *Acta Paediatrica*, 94 (5): 514-522.

Kida, T., Shinohara, K., 2013: *Gentle touch activates the prefrontal cortex in infancy: an NIRS study*. *Neuroscience Letters*, 541: 63-66.

Shibata, M., Fuchino, Y., Naoi, N., Kohno, S., Kawai, M., in sod., 2012: *Broad cortical activation in response to tactile stimulation in newborns*. *Neuroreport*, 23 (6): 373-377.

Suomi, S. J., Leroy, H. A., 1982: In memoriam: Harry F. Harlow (1905–1981). *American Journal of Primatology*, 2: 319–342. Dostopno na: [10.1002/ajp.1350020402](https://doi.org/10.1002/ajp.1350020402).

Slovarček:

CT-afrentna ali C-taktilna vlakna. Dovodna - aferentna, nemielinizirana vlakna, ki se nahajajo v poraščeni koži. Ne najdemo jih v sluznicah. Črka C označuje tip vlaken, ki prevajajo impulze počasneje od tipa vlaken A, ki so mielizirana in impulse prevajajo hitro.

C-taktilna vlakna se odzivajo na nežne, počasne dražljaje, kot je božanje, niso pa uspešna pri prepoznavi hitrih, razločevalnih vidikov tipa. Aktivirajo predele v skorji inzule. CT-vlakna so del sistema, ki procesira prijetne in socialno pomembne dražljaje. Morda deluje tudi na preprečevanje občutka za bolečino.

Stimulacija CT-vlaken je najverjetneje povezana s sprostitvijo hormonov užitka, kot je oksitocin. Raziskave so pokazale, da ob božanju otroka njegova raven oksitocina v krvi naraste.

Oksitocin. Hormon – peptid, sestavljen iz devetih aminokislin. Izloča ga zadnji del hipofize, od koder se nato izloča v krvni obtok. Deluje kot nevromodulator v možganih. Sprošča se med spolnim odnosom, orgazmom, rojevanjem in dojenjem ter je ključnega pomena za razmnoževanje. Z oksitocinom povezujemo občutke ljubezni in užitka, navezanost, sproščenost in umirjenost. Za oksitocin bi lahko rekli, da deluje kot lepilo ljubečih medosebnih odnosov.

Kengurujčkanje. Način nege nedonošenega otroka. Stik staršev in nedonošenčka z golo kožo povečuje navezanost, umirjanje in zmanjševanje stresa pri nedonošenčkih, pa tudi pri njihovih skrbnikih, in celo zmanjšuje umrljivost otrok. V praksi pomeni pestovanje nedonošenega otroka na golih prsih. Metodo v ljubljanski porodnišnici uporabljajo že vrsto let.

Propriocepcija. Sposobnost ohranjanja drže oziroma ravnotežja telesa ali njegovih posameznih delov.

Razvrščanje kristalov po njihovih oblikah (drugi del) • Kristalografija

Razvrščanje kristalov po njihovih oblikah (drugi del)

Mirjan Žorž

V prvem delu članka smo se posvetili pojmom kristalnih sistemov in pripadajočih simetrij ter števnosti posameznih simetrij. Na podlagi števnosti smo razvrstili več kot 4.000 mineralov in pokazali, da so z več kot 52-odstotnim deležem najštevilnejši tisti, katerih simetrije so dvoštevne. Drugi del članka je zato v celoti namenjen dvoštevni mineralom in njihovim najznačilnejšim predstavnikom.

Dvoštevni minerali $n = 2$

Glede na obliko presekov kristalov, ki jo vidimo vzdolž njihovih dvoštevni osi, jih lahko razdelimo na pravokotne in paralelogramske. Če kristal s pravokotnim presekom obrnemo za 180 stopinj pravokotno glede na dvoštevno os, se oblika njegovega preseka ne spremeni, kadar pa tako zasuka- mo kristal s paralelogramskim presekom, se mu spremeni usmerjenost. Enako lastnost je