

# FIZIOLOŠKI RAZVOJ IN DEFORMACIJE OSI KOLENA

Blaž MAVČIČ, Vane ANTOLIČ

## Fiziološki razvoj osi kolena

Plod v maternici ima običajno oba kolka v fleksiji, abdukciji in zunanji rotaciji; kolena sta flektirani, goleni sta v notranji rotaciji, stopali pa sta v blagem ekvinusu ter supinaciji in se stikata s posterolateralno stranjo nasprotnega stegna. Zunanja rotacija stegna je posledica napetega posteriornega dela sklepne ovojnice v kolku. Ko otrok začne s samostojno hojo, se zaradi kombinacije zunanje rotacije stegen in notranje rotacije goleni pojavi varusna oblika kolen, kar imenujemo *fiziološki genu varum*. Notranja rotacija tibie je tudi najpogostejši vzrok za odklon stopala navznoter pri otrocih do drugega leta starosti. Varusna oblika kolena pri večini otrok izgine sama po 6 do 12 mesecih samostojne hoje, to je od 18 do 24 meseca starosti, v posameznih primerih se popravi sama tudi do tretjega leta starosti.

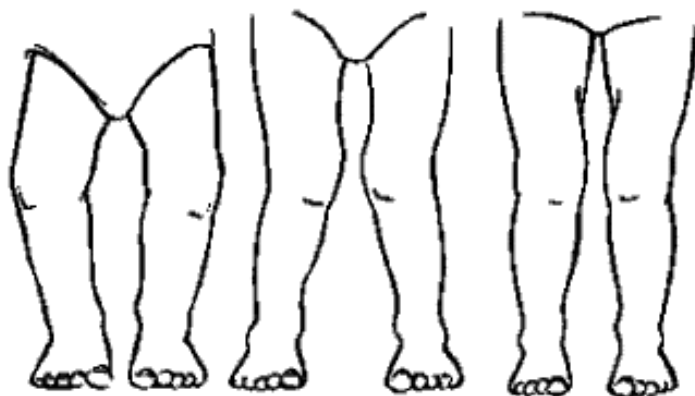
Med tretjim in četrtem letom starosti se pojavi *fiziološki genu valgum*. V tem primeru gre za obliko kolena, ki z rastjo izgi-

## Fiziološki razvoj:

**0–2 leti varus**

**3–4 leta valgus do 12°**

**5–8 let valgus do 8°**



Slika 1. Fiziološki razvoj osi kolena od leve proti desni: najprej varusna os (do drugega leta), nato valgusna os (med tretjim in četrtem letom), ki se zmanjša med petim in osmim letom starosti.

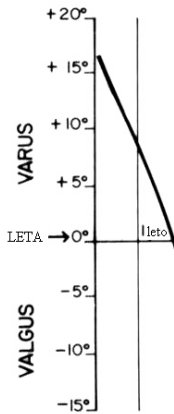
ne med petim in osmim letom starosti. Pri zdravih odraslih moških znaša tibiofemoralni kot do  $-7^\circ$  (valgus), pri ženskah pa do  $-8^\circ$  (valgus).

Slika 2. Povprečna vrednost tibiofemoralnega kota v odvisnosti od starosti otroka.

**Pri meritvah osi kolena upoštevamo mehansko in anatomsko os femurja in tibie ter skupno mehansko os spodnjega uda.**

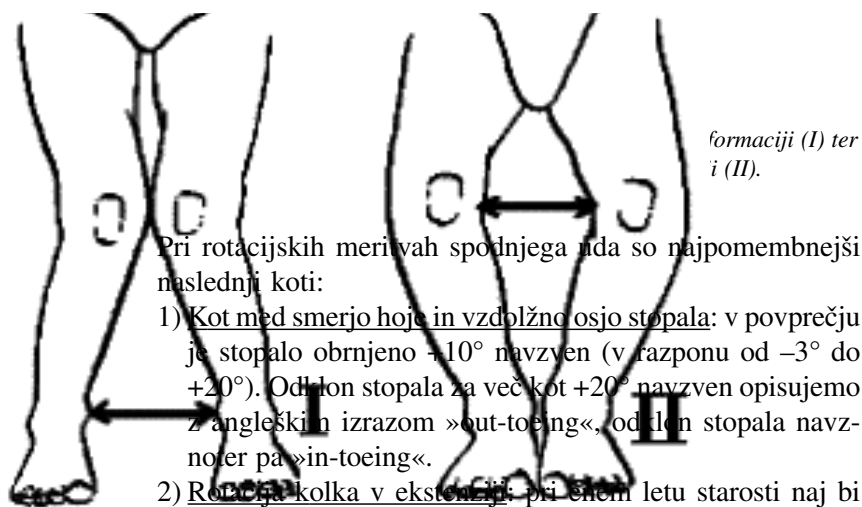
### Klinične meritve osi kolena

Osne deformacije v predelu kolena lahko nastanejo na femurju, na tibii, na obeh kosteh, ali pa so posledica ligamentarne okvare v predelu kolena. Mesto deformacije določimo z analizo mehanske in anatomske osi za vsako posamezno kost in z določitvijo skupne mehanske osi skozi koleno. Mehanska os femurja poteka od središča kolčne glavice do središča kondilarne sklepne površine femurja in je glede na anatomsko os femurja nagnjena za  $7^\circ$ , tibialna mehanska os pa poteka od središča tibialnega platoja do središča zgornjega skočnega sklepa in je vzporedna anatomski osi tibie. Prečni osi femoralnega kondila in tibialnega platoja sta običajno vzporedni (divergenca  $< 2^\circ$ ) in nagnjeni medialno za  $3^\circ$ . Nagib med mehansko osjo femurja in prečno kondilarno osjo na lateralni strani ter nagib med mehansko osjo tibie in prečno osjo tibialnega kondila na medialni strani naj bi v obeh primerih znašal  $87 \pm 3^\circ$ . Skupna mehanska os od središča glavice femurja do središča zgornjega skočnega sklepa pri zdravih odraslih poteka  $8 \pm 7$  mm medialno od središča kolenskega sklepa.



Klinične meritve kolenskega statusa obsegajo meritve gibljivosti v kolenskem sklepu (fleksija, ekstenzija, rotacije) in meritve tibiofemoralnega kota (kot med anatomsko osjo femurja in tibie). Pri varus deformaciji pride v poštev tudi meritev interkondilarne razdalje (gležnji se stikajo), pri valgus deformaciji pa meritev intermaleolarne razdalje (kolena se stikajo).

**Klinično merimo gibljivost v kolenu, tibiofemoralni kot in rotacijske kote.**



Pri rotacijskih meritvah spodnjega uda so najpomembnejši naslednji koti:

- 1) Kot med smerjo hoje in vzdolžno osjo stopala: v povprečju je stopalo obrnjeno  $+10^\circ$  navzven (v razponu od  $-3^\circ$  do  $+20^\circ$ ). Odstop stopala za več kot  $+20^\circ$  navzven opisujemo z angleškim izrazom »out-toeing«, odstop stopala navznoter pa »in-toeing«.
- 2) Rotacija kolka v ekstenziji: pri enem letu starosti naj bi bili notranja in zunanja rotacija simetrični, obe po  $45^\circ$ . Asimetrija v obsegu notranje in zunanje rotacije kolka je indikacija za nadaljnjo diagnostiko.
- 3) Kot med stegnom in vzdolžno osjo stopala pri flektiranem kolenu: pri malčkih je stopalo obrnjeno navznoter za  $-5^\circ$  (v razponu od  $-35^\circ$  do  $+40^\circ$ ), pri starejših otrocih in odraslih pa za  $+5^\circ$  (v razponu od  $-10^\circ$  do  $+30^\circ$ ).

slih pa je stopalo obrnjeno navzven v povprečju za  $+10^\circ$  (v razponu od  $-5^\circ$  do  $+30^\circ$ ).

4) Oblikovanost stopala: metatarsus adductus, calcaneovalgus.

### **Genu Varum – koleno na »O«**

**Do tretjega leta starosti je razlikovanje med fiziološko varusno obliko kolena in tibio varo (Blountovo boleznijo) zelo težko.**

**Osnova za razlikovanje je metafizarno-diafizarni kot, ki znaša pri fiziološkem varusu  $<11^\circ$ , pri tibii vari pa  $\geq 11^\circ$ .**

Najpogostejši vzrok za varusno deformacijo kolena pri otrocih je idiopatska tibia vara (Blountova bolezen), ki nastane kot posledica zastoja v rasti medialnega dela proksimalne tibialne epifize. Vzroki zastoja rasti niso znani, enega od domnevni patoloških mehanizmov pa naj bi predstavljale povečane kompresijske sile na medialni strani kolena. Tibia vara se lahko pojavi v kateremkoli obdobju skeletne rasti, tako da jo razdelimo na infantilno (1–3 let), juvenilno (4–10 let) in adolescentno (11 let in več). Zgodnejši pojav bolezni je povezan z večjo deformacijo.

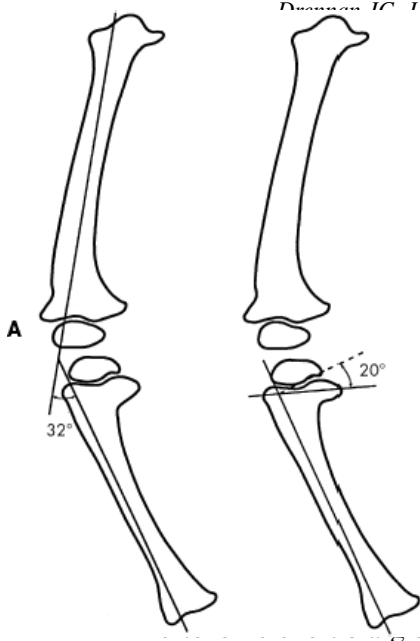
Do tretjega leta starosti je razlikovanje med fiziološko varusno obliko kolena in tibio varo zelo težko. Osnova za razlikovanje je metafizarno-diafizarni kot, ki znaša pri fiziološkem varusu  $<11^\circ$ , pri tibii vari pa  $\geq 11^\circ$ . Pri fiziološkem varusu so epifiza, metafiza in diafiza normalno oblikovane, koleno pa sta simetrične oblike. Tibia vara se pogosteje pojavi pri deklicah, pri prekomerno prehranjenih otrocih, v 20 % se pojavi samo enostransko, običajno je povezana s tipno kostno izboklino v predelu medialne metafize, z notranjo rotacijo tibie ter s prikrajšanostjo prizadetega spodnjega uda. Na rentgenskih posnetkih je vidna fragmentacija medialne metafize ter medialni nagib in zoženje epifize. Avtorja Langenskiöld in Riska sta zasnovala klasifikacijo napredovanja tibie vare v 6 stopnjah.

Juvenilna in adolescentna oblika bolezni se pogosteje pojavi pri dečkih, enostransko v 50 %, deformacija je manj izrazita, v ospredju kliničnih težav so predvsem bolečine.

Poleg idiopatske oblike lahko genu varum povzročijo:

- Poškodbe in zlomi
- Tumorji (ciste, gigantocelularni tumor, enhondromi)
- Skeletne displazije (metafizarna displazija, ahondropazija, enhondromatoza)
- Infekcije
- Metabolične motnje (rahitis z rezistenco na vitamin D, hipofosfatazija, rahitis zaradi pomanjkanja vitamina D)
- Prirojena psevdootroza tibie.

Slika 4. Meritev tibiofemoralnega kota (A) in metafizarno-diafizarnega kota (B) v antero-posteriorni projekciji; prirejeno po Levine AM, *Deppa* IC. *J Bone Joint Surg* 64A:1158, 1982.



čajno povzročijo zastoj rasti v delu oškodbe ali infekcije pa lahko včasih asti. Osnovne preiskave varusne de- jo antero-posteriorni rentgenski po- ov stojé ter stranski posnetek priza- avo pa se odločimo šele po dopol- ti. Pri hujših deformacijah je včasih a z MRI ali CT. Večino deformacij r zdravimo operativno: v zgodnjem steotomijami, pred končano rastjo z o distalnega femurja ali proksimal- rasti pa najpogosteje s proksimalno mijo in diafizarno fibularno osteo- lountove bolezni (Langenskiöld I–II) v poštev zdravljenje s tritočkovno nj, ki tvori valgusni nateg.

**Za rentgensko dia- gnostiko varusnih de- formacij se načeloma odločimo po 18 mese- cu starosti.**

## **Genu Valgum – koleno na »X«**

O deformaciji *genu valgum* govorimo v primeru, ko po dopolnjenem sedmem letu starosti valgus kolena napreduje preko fizioloških okvirov (0–12°), tako da ima otrok ob dopolnjenem desetem letu intermaleolarni razmik večji od 8 cm. Vzroki za takšno deformacijo so lahko:

- Idiopatska simetrična obojestranska deformacija
- Poškodbe in zlomi (zlom medialnega dela proksimalne tibie s prekomerno rastjo – Cozenov zlom)
- Tumorji (ciste, gigantocelularni tumor, enhondromi)
- Skeletne displazije (sy Ellis-van Creveld, sy Kniest, mukopolisaharidoza IV, spondiloepifizarna displazija tarda)
- Sindromi (Marfan, Ehlers-Danlos, Down)
- Infekcije
- Metabolične motnje (renalna osteodistrofija)
- Cerebralna paraliza, mielodisplazija
- Revmatoidni artritis.

**Pri valgusni deformaciji je operativno zdravljenje indicirano, kadar je intramaleolarni razmik po dopolnjenem desetem letu starosti večji od 8 cm.**

Operativno zdravljenje je običajno indicirano po desetem ali enajstem letu starosti, pred to starostjo pa samo v primeru hujših deformacij. Pred koncem rasti se napravi medialna hemiepifiziodeza distalnega femurja ali proksimalne tibie, glede na kostno starost otroka in stopnjo deformacije. Po končani rasti se najpogosteje napravi tibialna varizacijska osteotomija, včasih pa tudi medialna femoralna osteotomija z zaprtim klinom (če znaša valgusna deformacija več kot 15°, superolateralni nagib sklepne špranje pa več kot 10°). Korektivne osteotomije se najpogosteje napravijo v predelu metafize, kjer je zaraščanje najhitrejše in fiksacija najlažje izvedljiva. Pri korektivnih osteotomijah »v enem zamahu« se večinoma uporablja interna fiksacija (osteosintetska plošča), pri postopnih korekcijah pa eksterna fiksacija (zunanji fiksater Orthofix, Ilizarov).

## **Zlomi v predelu rastne plošče pri otrocih**

Predel rastne plošče (fize), kjer rastni hrustanec zakosteneva in se vanj vraščajo nutritivne žile, je najšibkejši člen v zgradbi epifizne kosti, zato v primeru zloma skozenj najpogosteje poteka frakturna poka. Pri tem rastna plošča ostane na epifizarni strani in se odmakne od metafize, to pa povzroči motnje

prekrvitve in posledično avaskularno nekrozo epifize skupaj z rastno ploščo. Posledice zloma nekoliko omili izredno močna vez med pokostnico in pohrustančnico. V rastnih ploščah kolenskega sklepa je prispevek k rasti kosti v dolžino veliko večji kot v kolku ali gležnju (70 % dolžinske rasti femurja in 60 % dolžinske rasti tibie), zato poškodbe v tem predelu praviloma povzročijo večje deformacije ali razlike v dolžini.

Na možnost zloma v predelu rastne plošče je treba pomisliti pri vsakem zvinu, izpahu ali zlomu v bližini koncev dolgih kosti. Diagnozo postavimo na osnovi rentgenskih posnetkov v dveh projekcijah. Ker hrustančne strukture na rentgenskem posnetku niso vidne, je za postavitev diagnoze pogosto treba napraviti primerjalno rentgensko sliko nasprotnega zdravega kolena. Po Salter-Harrisovi klasifikaciji razdelimo zlome v predelu rastne plošče na 5 tipov. V predelu kolena je najpogostejši tip II, pri katerem se rastna plošča in epifiza popolnoma ločita od metafize, skupaj z njima pa se odlomi tudi fragment metafize. Zdravljenje z zaprto repozicijo je skoraj vedno uspešno. V primeru delne poškodbe rastne plošče se v dobi rasti lahko pojavijo angularne deformacije kosti, poškodba celotne rastne plošče pa v večini primerov povzroči prikrajšanost prizadetega uda.

**Na možnost zloma v predelu rastne plošče je treba pomisliti pri vsakem zvinu, izpahu ali zlomu v bližini koncev dolgih kosti.**

## **Angularne deformacije tibie in fibule**

### *Prirojena ukrivljenost tibie*

Posteromedialna ukrivljenost nastane v distalni tretjini tibie ali fibule in je pogosto povezana z valgusno deformacijo petnice. Vzroki za nastanek posteromedialne angulacije niso znani. Diagnoza se določi na osnovi rentgenskega posnetka, na katerem je vidna angulacija tibie ali fibule brez drugih patoloških znakov. V večini primerov se deformacija sama popravi od tretjega do petega leta starosti, običajno pa ostane prikrajšanost prizadetega uda (od 3 do 7 cm). Pri ortopedski obravnavi boleznij je na prvem mestu opazovanje, po izravnavi deformacije pa so včasih potrebni egalizacijski operativni posegi zaradi razlike v dolžini spodnjih udov.

Anterolateralna ukrivljenost tibie lahko nastane zaradi prirojene psevdartroze tibie v okviru nevrofibromatoze ali zaradi prirojene hemimelije tibie ali fibule. Zdravljenje psevdartroze

s kirurškimi posegi ima omejene uspehe zaradi nagnjenosti kostnine k patološkim zlomom in slabšega celjenja.

#### *Prirojena longitudinalna deformacija tibie in fibule*

Gre za motnjo, ki nastopi od drugega do osmega tedna embrionalnega razvoja in ni genetsko pogojena. Značilna je hipoplazija fibule različnih stopenj, lahko pa je pridružena tudi hipoplazija tibie ali femurja. V klinični sliki je značilna valgusna deformacija kolena, prikrajšanost prizadetega spodnjega uda, anteromedialna ukrivljenost tibie in ekvinovarus stopala s pogostimi deformacijami tarzalnih kosti. Po Achtermanu in Kalamchiju ločimo več tipov: tip IA (prisoten je večji del fibule, distalna fibularna fiza je proksimalno od talusa), tip IB (prisoten je manjši del 30–50 % fibule, ki ni zadosten za funkcijo zunanjske maleole), tip II (aplazija fibule). Zdravljenje je individualno prilagojeno glede na tip deformacije.

### **Rotacijske deformacije kolena**

#### *Notranja torzija femurja*

**Notranja torzija femurja je najpogostejši vzrok za obračanje stopala navznoter pri otrocih po drugem letu starosti.**

Notranja torzija femurja je najpogostejši vzrok za obračanje stopala navznoter pri otrocih po drugem letu starosti. Pojavi se pogosteje pri deklicah in pri osebah s splošno ohlapnostjo sklepov. Vzroki za nastanek bolezni niso znani, po nekaterih teorijah naj bi bila bolezen deloma pogojena z nepravilnim sedenjem otroka. Pri tem stanju ne gre samo za povečano antetorzijo vratu femurja, ampak je torzija razporejena vzdolž celotnega poteka kosti.

**V večini primerov se deformacija popravi sama. Priporočljivo je sedenje »po turško«, ortoze se odsvetujejo.**

Pri kliničnem pregledu ugotovimo, da je notranja rotacija v kolku izvedljiva do 80–90°, zunanja rotacija pa je omejena na 0–10°. Običajno je pridružena splošna ohlapnost sklepov, to je hiperekstenzija komolca in prstov, hiperabdukcija palca, *genu recurvatum* in hipermobilno plosko stopalo. Otroci imajo navado sedenja na tleh v obliki črke »W«. Morebitne dodatne preiskave obsegajo rentgensko slikanje in CT, ki natančneje pokaže torzijo femurja, običajno pa zadoščajo klinične meritve.

Pri otrocih do 10 leta starosti se svetuje opazovanje in odpravljanje nepravilnih načinov sedenja, priporočljivo je predvsem sedenje »po turško«. V večini primerov se po 1–3 letih rasti

deformacija popravi sama. Uporaba antirotacijskih ortoz je škodljiva, ker lahko povzroči kompenzatorno zunanjo rotacijo tibie in valgusno deformacijo kolena. Pri otrocih nad 10 let s hujšo deformacijo pride v poštev proksimalna ali distalna derotacijska osteotomija femurja, ob pridruženih valgusni deformaciji femoralnega vratu pa proksimalna femoralna varizacijska derotacijska osteotomija.

#### *Zunanja torzija femurja ali tibie*

Zunanja torzija femurja je redek pojav, največkrat povezan z zdrsom glavice femurja pri mladostnikih. Klinično je zunanja rotacija izvedljiva do 70–90°, notranja rotacija pa je omejena na 0–20°. Potrebno je rentgensko slikanje v antero-posteriorni in v Lauensteinovi (žabji) projekciji zaradi možnosti zdrsa glavice stegenice. Idiopatska oblika bolezni lahko povzroča funkcionalne težave.

Zunanja torzija tibie je pogostejša deformacija, ki je povezana z valgusno deformacijo petnice. Kot med stegnom in vzdolžno osjo stopala je povečan in znaša 30–50°. Do tretjega leta starosti se svetuje predvsem opazovanje otroka, saj se pri nekaterih otrocih ob samostojni hoji deformacija sama popravi. Rezidualne deformacije v kasnejši otroški dobi pa predstavljajo resen ortopedski problem, ki ga je treba reševati z rotacijskimi osteotomijami.

### **Zaključki**

95 % angularnih in rotacijskih deformacij v področju kolena nastane v okviru fiziološkega razvoja. Takšne deformacije ne potrebujejo nikakršnega zdravljenja, saj se večinoma same popravijo do 24 meseca starosti. Konservativno zdravljenje osnih deformacij kolena z ortozami je večinoma neučinkovito, pri fizioloških oblikah pa tudi nepotrebno. Indikacija za napotitev k ortopedu in natančnejšo diagnostiko so:

- Deformacije, pri katerih klinično izmerjeni kot presega fiziološke okvire
- Deformacije, ki ostanejo po 24 mesecu starosti
- Enostranske ali hitro napredujoče deformacije
- Deformacije v področju kolena, ki jih spremlja bolečina.

Pri deformacijah, ki zahtevajo operativno zdravljenje, je v zgodnjem otroštvu indicirano zdravljenje s korektivnimi oste-

**Zunanja torzija deformacija femurja ali tibie se ne popravi sama, običajno je potrebno operativno zdravljenje.**

otomijami, pred končano rastjo s hemiepifiziodezo, po končani rasti pa pridejo v poštev korektivne osteotomije in posegi za izenačitev dolžine spodnjih udov.

### **Literatura**

1. Tachdjian MO. Pediatric Orthopaedics, 2<sup>nd</sup> ed. W.B. Saunders Company, 1990.
2. Salter RB. Textbook of Disorders and Injuries of the Musculoskeletal System, 2<sup>nd</sup> ed. Williams & Wilkins, 1983.
3. Morrissy RT, Weinstein SL. Lovell and Winter's Pediatric Orthopaedics. Lippincot Williams & Wilkins, 2001.
4. George H. Thompson: Torsional and Angular Deformities. V: Behrman: Nelson Textbook of Pediatrics, 17<sup>th</sup> ed., 2003.
5. Canale. Campbell's Operative Orthopaedics, 10<sup>th</sup> ed. Mosby Inc., 2003.
6. Levine AM, Drennan JC. J Bone Joint Surg 64A:1158, 1982.