

## Alsó végtagi gipszrögzítés hatása a spasticus gyermekek csontsűrűségére

SZIJÁRTÓ ANNAMÁRIA<sup>2</sup>, DR. HORVÁTH NIKOLETTA<sup>1</sup>,  
DR. DOMOS GYULA<sup>1</sup>, DR. KISS SÁNDOR<sup>1</sup>, DR. SOMOGYI PÉTER<sup>1</sup>,  
DR. SZŐKE GYÖRGY<sup>1</sup>, DR. TEREBOSSY TAMÁS<sup>1</sup>

Érkezett: 2014. október 30.

DOI: 10.21755/MT0.2014.057.0004.002

### ÖSSZEFOGLALÁS

Az Infantilis Cerebralis Paresis leggyakoribb, spasticus megjelenési formájában gyakorta fordulnak elő műtétet igénylő alsó végtagi contracturák és csípőízületi problémák, amelyek legkifejezettebben az ágyhoz kötött, tetraplég gyermekeket érintik. A korrekciós műtéteket követő, átlagosan 4–6 hétig tartó gipszrögzítés utáni rehabilitáció és gyógytorna során nem gyakran, de szövődésményként előfordulhat supracondylaris femurtörés. Ez a spasticus gyerekekben egyébként fennálló csökkent csontsűrűséggel és az immobilizáció miatt feltételezhetően tovább csökkenő csontdenzitással magyarázható. Jelen vizsgálat célja a fentiek miatt az alsó végtagi műtéten és gipszrögzítésen átesett 16 spasticus gyermek műtét előtti és posztoperatív gipszrögzítés utáni csont ásványianyag-tartalmának összehasonlítása volt. A lumbalis gerinc, a proximalis femur és a distalis femur területének osteodensitométerrel történő mérése, majd a lumbalis gerinc adataiból a Z-score érték meghatározása történt. A gipszrögzítés előtti és utáni értékeket összehasonlítva a lumbalis gerinc és a proximalis femur esetében jelentős változást nem észleltek, a femur distalis metaphysealis régiójában azonban a szerzők a csontsűrűség szignifikáns csökkenését mérték. A Z-score értékek a vizsgált gyerekeknél nagy szórás mellett a kronológiai korhoz viszonyított alacsony csonttömeget igazoltak. A szerzők által a distalis femuron megfigyelt csontsűrűség csökkenése miatt a csonttörési rizikó fokozott az ortopédiai műtétet követő gipszrögzítés utáni rehabilitációs időszakban. Mindezen okok miatt a gipszlevételt követően fokozatos remobilizáció és óvatos gyógytorna ajánlott. Eredményeink felvetik továbbá, hogy tetraplég, ágyhoz kötött ICP-s gyermekek esetében szükség lehet a csontsűrűség rendszeres mérésére és az esetleges osteopenia, illetve osteoporosis kezelésére, különösen a tervezett gipszrögzítéssel járó ortopéd műtétek előtt.

**Kulcsszavak:** Csontsűrűség; Csonttörés; Cerebralis paresis; Gyermekek; Gipszrögzítés;

A. Szijártó, N. Horváth, Gy. Domos, S. Kiss, P. Somogyi, Gy. Szőke, T. Terebessy: *The effect of long lower limb casting on bone mineral density in children with cerebral palsy*

Contractures of the lower limb and hip disorders requiring surgery often occur in the most common spastic subtype of cerebral palsy, particularly affecting non-ambulatory, tetraplegic children. Supracondylar femur fracture is seen in some cases as complication during the rehabilitation period and physiotherapy, which follow the post-surgery 4–6 week fixation in long lower limb cast. This can be explained by the relatively lower bone mineral density of spastic children and also presumably by further decrease in bone density due to the cast immobilization. In order to investigate the impact of immobilization authors measured the bone mineral density of 16 spastic children undergoing lower limb surgery, and the pre-operative and the post-operative/post-cast results were compared. The bone mineral density of the lumbar spine and the proximal and distal femur regions was measured with Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA osteodensitometer), and Z-scores were determined from the lumbar spine density values. There was no significant difference in the bone mineral density of the lumbar spine and the proximal femur region as measured before and after the casting, however, a significant decrease was observed in the metaphyseal region of the distal femur following cast immobilization. Z-score values revealed lower bone mass of the examined spastic children when compared to the standard values of the corresponding age and sex group, however the statistical deviation was high. Due to the observed loss of bone mineral density of the distal

femur region, there is an increased risk of fractures in spastic children during the rehabilitation phase following the orthopaedic surgery and cast immobilization. Considering the findings above, a gradual remobilization and cautious physiotherapy is advised after the removal of the hip spica cast. The results also suggest that the bone density of non-ambulatory tetraplegic children with cerebral palsy should be measured regularly, as treatment for the osteopenia or the osteoporosis might be necessary, especially prior to an orthopedic surgery that will be followed by cast immobilization.

**Key words:** *Bone density; Cast, surgical – Adverse effects; Cerebral palsy; Child; Fractures, bone – Prevention & control;*

## BEVEZETÉS

A fejlődésben lévő magzati vagy csecsemő-kori központi idegrendszer ért nem progresszív károsodások kapcsán kialakult maradandó testtartási és mozgásfejlődési zavar, azaz az Infantilis Cerebralis Paresis (ICP) az egyik leggyakoribb gyermekkori mozgáskorlátozottságot okozó kórkép (11, 16, 19, 21).

Az ortopédiai gyakorlatban általában az ICP spasticus megjelenési formájával találkozunk. A legjellemzőbb musculoskeletalis problémák az izomspasmus és járászavar, az ízületi contracturák, a csontos deformitások és a scoliosis. Az állapot gyakran, az esetek mintegy 30%-ában együtt jár a csípőízület másodlagos subluxációjával vagy ficamával. Egyes szerzők megfigyelték, hogy forszirozott gyógytornakezelés mellett, esetleg a gyakoribb esések miatt a spasticus betegpopulációban a csonttörések is gyakrabban fordulhatnak elő (11, 19, 26). Súlyos contracturák és csípőízületi subluxatio vagy a kialakult sekunder csípőficam kezelésére gipszrögzítést igénylő sebészeti beavatkozás ajánlott (5, 12).

Alsó végtagi műtétet követő 4–6 hetes gipszrögzítés után, a rehabilitáció és gyógytorna során ICP-s betegeknel gyakrabban fordul elő supracondylaris femurtörés, mint egyéb betegség miatt, más indikációval végzett csípőműtéten és gipszrögzítésen átesett betegeknel (7, 25). Az alsó végtagi műtét és minimum 4 hetes gipszrögzítés okozta immobilizáció a csontsűrűség csökkenését eredményezi az egészséges gyermekekben is (25). Az ICP-s gyerekek csonttörékenysége fokozott, amit magyarázhat Houlihan és munkatársainak megállapítása, miszerint a csont sűrűsége az egészséges gyerekekhez képest szignifikánsan csökkent értéket mutat az ICP-s populációban (14). Ho és munkatársai a súlyos ágyhoz kötött ICP-s gyerekek spontán töréseit

vizsgálták, és a törések leggyakoribb helyének az alsó végtagot, ezen belül is 80%-ban a térd körüli metaphysealis területet találták. A törések 17%-a alsó végtagi műtétet követően egy éven belül jelentkezett (11). Henderson és munkatársai szerint a törés kialakulásának esélyét növelik az ízületi contracturák, az izommerevség és korábbi törés előfordulása, ami háromszoros kockázatot jelent, illetve az alsó végtagi műtéteket követő immobilizáció (9, 11, 24).

A supracondylar régióban az alacsonyabb csontsűrűség a gipszrögzítés ideje alatt tovább csökken. Jelen vizsgálatunk célja az alsóvégtagi műtéten és gipszrögzítésen átesett spasticus ICP-s gyermekek csont ásványianyag-tartalmának összehasonlítása volt műtét előtt és a posztoperatív gipszrögzítés után.

## ANYAG ÉS MÓDSZER

Méréseinket 16 spasticus ICP-s gyermekben végeztük. Közülük 11 tetraplegia, 3 diplegia és 2 hemiplegia spastica diagnózisú volt. A gyerekek 8 és 18 év közöttiek voltak, átlagos életkoruk  $11,81 \pm 2,86$  évnek adódott. A műtét utáni gipszrögzítés átlagos időtartama  $34,81 \pm 4,0$  nap volt.

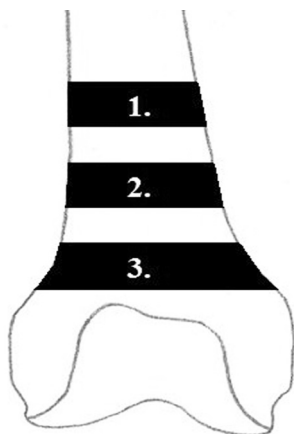
A műtėti indikációk között egy vagy két oldalt érintő csípő subluxatio vagy luxatio, equinus lábtartás és equinovagis deformitás szerepelt az 1. táblázatban látható megoszlásban. A 16 gyermeknel összesen 20 beavatkozás történt, a műtéteket követően 4 esetben medencegipsz, 12 alkalommal combtőig érő magas körkörös gipsz került felhelyezésre.

A méréseket a Semmelweis Egyetem Ortopédiai Klinikájának osteodensitometria (ODM) laborjában a műtétet megelőző napon, illetve közvetlenül a gipszlevétel után végeztük kettős energiájú röntgensugár-elnyelő (dual energy

X-ray absorptiometry, DEXA, DXA) segítségével. GE Lunar Prodigy típusú készülék standard mérési módját használva egész test felvételeket készítettünk. Vizsgáltuk a lumbalis gerinc és a proximalis femur területét, valamint a distalis femuron az általunk manuálisan kijelölt régiókat. Distalis irány felől proximalis irány felé haladva manuálisan kijelöltünk a femur epiphysise felett egy metaepiphysealis, egy metaphysealis és egy metadiaphysealis régiót (ROI, region of interest), amely régiók csontsűrűség mérését ismételni tudtuk a gipszrögzítés eltávolítása után is (1. ábra). A lumbalis gerincre vonatkozó csont ásványianyag-sűrűség

(bone mineral density, BMD) értékekből minden vizsgált személynél meghatároztuk a Z-score-t. A Z-score a BMD átlagtól való eltérését fejezi ki, gyerekek esetében egy azonos korú és nemű standard populáció értékeiből számított átlagos BMD-hez viszonyít. Vizsgálatunkban korcsoporthoz illesztett, európai (német) standard adatbázist használtunk a Z-score értékek meghatározásához.

Eredményeink kiértékeléséhez páros t-próbát használtunk, mely statisztikai módszert a GraphPad Software segítségével kiviteleztuk.



1. Meta-diaphysealis

2. Metaphysealis

3. Meta-epiphysealis

**1. ábra** A femur supracondylaris területén a BMD méréséhez használt, manuálisan kijelölt régiók. A régiók distalis irány felől proximalis irány felé haladva a következők: a femur epiphysise felett a meta-epiphysealis, majd a metaphysealis és végül a meta-diaphysealis régió látható.

**I. táblázat** A vizsgált 16 betegen elvégzett műtéti beavatkozások indikációjának megoszlása

Mintába került betegek műtéti beavatkozásai [db]		Egyoldali	Kétoldali
Műtéti indikáció	Csípő subluxatio	3	6
	Másodlagos csípőficam	2	-
	Equinus láb	2	6
	Equinovalgus deformitás	-	1

## EREDMÉNYEK

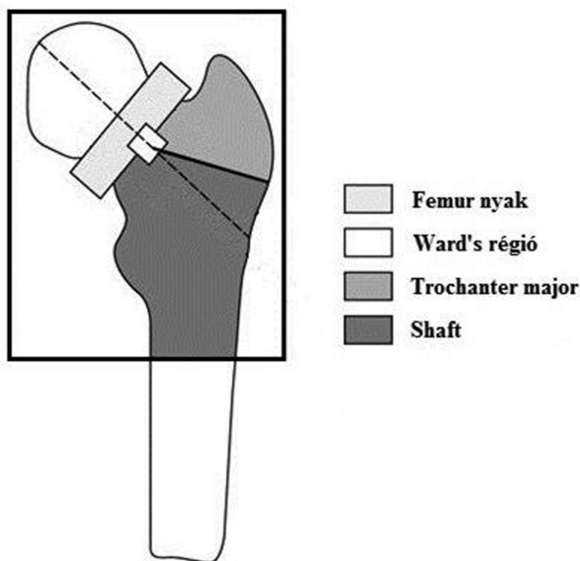
A lumbalis gerinc területén mért csontsűrűségről számított Z-score értékek a vizsgált gyerekeknél nagy szórás mellett a kronológiai korhoz viszonyított alacsony csonttömeget igazoltak. A műtét előtti átlagos Z-score érték  $-0,663 \pm 1,634$ -nek adódott ebben a régióban.

A lumbalis gerinc területén az L1, L2, L3 és L4 csigolyákat vizsgáltuk. A BMD változása L1 csigolyától distalis irány felé haladva egyenként  $-0,035 \pm 0,089$  g/cm<sup>2</sup>-nek,  $-0,047 \pm 0,083$  g/cm<sup>2</sup>-nek,  $-0,057 \pm 0,084$  g/cm<sup>2</sup>-nek és  $-0,057 \pm 0,070$  g/cm<sup>2</sup>-nek adódott (II. táblázat).

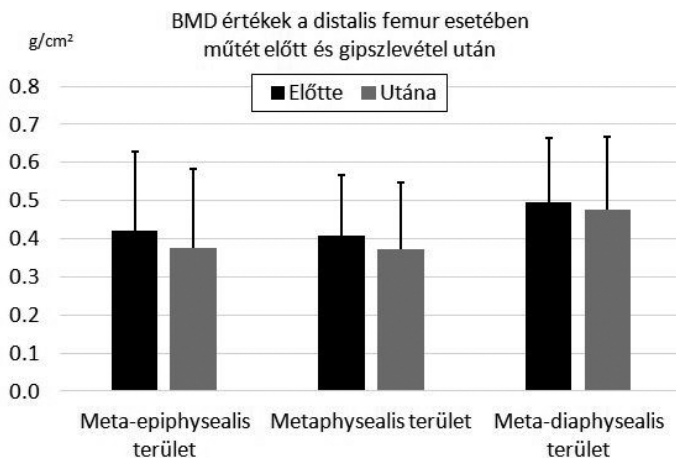
A proximális femur adatai a – lumbalis gerinchez hasonlóan – a készülék által automatikusan kiértékelésre kerülnek. A femur nyak esetében  $-0,053 \pm 0,054$  g/cm<sup>2</sup>-es BMD változást mértünk. A proximális femur legalacsonyabb csontsűrűségű, három trabecularis ív közé eső területén (Ward's régió) a BMD változása  $-0,049 \pm 0,054$  g/cm<sup>2</sup>-nek adódott. A

trochanter major esetében  $-0,056 \pm 0,043$  g/cm<sup>2</sup>-es, a kistrochanter körüli femur régió területén, amely a metadiaphysealis határnak felel meg és osteoporosis témájú közlemények gyakran Shaft régióként nevezik meg  $-0,052 \pm 0,051$  g/cm<sup>2</sup>-es BMD változást mértünk (2. ábra, III. táblázat).

A distalis femur mindhárom általunk kijelölt régiójában a BMD átlagának csökkenését tapasztaltuk a gipszrögzítés eltávolítása után. A metaepiphysealis régióban volt a legnagyobb a műtét előtti értékhez képest a BMD csökkenése ( $-10\%$ ;  $0,420 \pm 0,209$  g/cm<sup>2</sup> vs.  $0,377 \pm 0,206$  g/cm<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ), a metaphysealis régióban ennél kevesebb ( $-8\%$ ;  $0,407 \pm 0,160$  g/cm<sup>2</sup> vs.  $0,374 \pm 0,174$  g/cm<sup>2</sup>,  $p < 0,05$ ) és a metadiaphysealis régióban tapasztaltuk a legkisebb ( $-4\%$ ;  $0,496 \pm 0,167$  g/cm<sup>2</sup> vs.  $0,476 \pm 0,192$  g/cm<sup>2</sup>,  $p$ : NS) csontsűrűség csökkenést (3. ábra). A distalis femur régió esetében a korcsoporthoz illesztett referenciák hiányában a Z-score értékek nem kerültek megállapításra.



**2. ábra** A proximális femuron a készülék által automatikusan mért területek elhelyezkedése. A femur proximális részén látható a nyaknak, illetve a trochanter majornak megfelelő régió, emellett a proximális femur legkisebb csontsűrűségű területét reprezentáló Ward's és a diaphysis megjelenítő Shaft régiók.



**3. ábra** A distalis femur régióinak BMD értékei és azok változása. Az oszlopdiagramon a metaepiphysealis, a metaphysealis és a metadiaphysealis régiók műtét előtti és gipszrögzítés eltávolítása utáni BMD értékei (+szórás) láthatók g/cm<sup>2</sup>-ben.

**II. táblázat** A lumbális gerinc csigolyáinak BMD értékei és azok változása

BMD értékek és változásuk a lumbális gerinc esetében [g/cm <sup>2</sup> ]	L1	L2	L3	L4
BMD műtét előtt	0,615±0,222	0,655±0,212	0,667±0,219	0,640±0,184
BMD gipszlevétel után	0,580±0,158	0,608±0,148	0,610±0,138	0,583±0,132
<b>BMD változása</b>	<b>-0,035±0,089</b>	<b>-0,047±0,083</b>	<b>-0,057±0,084</b>	<b>-0,057±0,070</b>
<b>Szignifikancia</b>	<b>p=0,6974</b>	<b>p=0,5798</b>	<b>p=0,5051</b>	<b>p=0,4300</b>

**III. táblázat** A proximális femur régióinak BMD értékei és változásuk

BMD értékek és változásuk a proximális femur esetében [g/cm <sup>2</sup> ]	Femur nyak	Ward's	Trochanter major	Shaft	Teljes
BMD műtét előtt	0,614±0,156	0,567±0,146	0,452±0,127	0,670±0,157	0,616±0,131
BMD gipszlevétel után	0,562±0,183	0,517±0,188	0,396±0,140	0,618±0,157	0,561±0,154
<b>BMD változása</b>	<b>-0,053±0,054</b>	<b>-0,049±0,054</b>	<b>-0,056±0,043</b>	<b>-0,052±0,051</b>	<b>-0,055±0,046</b>
<b>Szignifikancia</b>	<b>p=0,3351</b>	<b>p=0,3636</b>	<b>p=0,2054</b>	<b>p=0,3205</b>	<b>p=0,2427</b>

Infantilís Cerebrális Paresisben szenvedő gyermekeknél igen gyakoriak az ortopédiai műtétek és nem ritka az sem, hogy a műtétet követően gipszrögzítésre van szükség. Csípő subluxatio vagy csípőficam *Salmison* és munkatársai szerint 28%-ban, míg *Howard* és munkatársai szerint 59%-ban alakul ki a spasticus ICP-sek élete során (15, 22). *Soo* és *Hägglund* vizsgálatai szerint a csípő subluxatio mértéke és a durva motoros funkciókban mutatkozó korlátozottság között egyenes arányosság húzható. *Soo* tanulmányában a legenyhébb mozgáskorlátozottság esetén 0%-ban, míg az ágyhoz kötött, tetraplég ICP-sek esetén 90%-ban fordult elő csípő dislocatio (6, 23). A csípő subluxatiója vagy ficama korrekciós műtétet igényelhet, amelyet gipszrögzítés követ.

Az enyhébben érintett spasticus betegeknél is gyakoriak az ízületi contracturák miatti tenotomiák és a spasticus izomtónus csökkentése céljából végzett tendomuscularis recessziók. Az alsó végtagi izom–ín műtéteket követően is nagy arányban gipszrögzítést alkalmazunk fájdalomcsillapítás, recidíva megelőzés, tehermentesítés, esetleg további redresszió céljából (13, 18).

Vizsgálatunk során 4–6 hetes alsó végtagi gipszrögzítést igénylő ortopédiai műtéten átesett ICP-s betegeknél a csontsűrűség csökkenését mértük a femur distalis metaphysealis régiójában. Nem észleltünk ugyanakkor eltérést a csontsűrűségben a gipszrögzítést követően a lumbalis gerinc és a proximalis femur területén.

A csontsűrűséget ICP-s gyermekekben nagyon sok tényező befolyásolja. Ilyenek az alultápláltság, a növekedési hormon hiány, a D-vitamin hiány, az antiepileptikumok alkalmazása, a neurológiai deficit mértéke és az immobilitás (1). Ezen tényezők mindegyike a BMD csökkenésén keresztül indirekten emeli a törési rizikót, így a törések incidenciája jóval magasabb, mint egészséges társaiknál (11, 17, 20).

Az általunk megfigyelt distalis femur BMD csökkenés miatt az ICP-s gyermekek csonttörési rizikója fokozott az ortopédiai műtétet követő gipszrögzítés utáni rehabilitációs időszakban (4. ábra). *Henderson* és munkatársai vizsgálták a distalis femuron mért BMD-t és annak összefüggését a törési kockázattal. Tanulmányukban a Z-score <−5 esetén 35–42%-os törési rizikót

mértek, míg Z-score >−1 esetén a törési kockázat csak 13–15%-nak adódott, ezért véleményük szerint a distalis femur területén mért BMD szoros összefüggést mutat a törési rizikóval (7). Más megfigyelések szerint az ICP-s gyerekek distalis femur régiójában a BMD ugyan évente 2–5%-al növekszik, de a Z-score ugyanebben a régióban csökken. Mindez a csontsűrűség egyre növekvő elmaradását eredményezi az egészséges gyerekekhez képest (8).

A fentiek miatt a gipszlevételt követően fokozatos remobilizáció és óvatos gyógytorna ajánlott. A spasticus gyerekek megfelelő posztoperatív ellátásának érdekében nagyon fontos mind a szülők, mind a gyógytornászok és a fejlesztő pedagógusok oktatása, amelynek során a fokozott csonttörékenységre feltétlenül fel kell hívni a figyelmet.

A csonttörékenység és az azzal járó esetleges törések, fájdalom, izom hypotrophia és a súlyosbodó mozgáskorlátozottság elkerülésének legjobb módja a prevenció, melynek első lépése az ICP-sek csont ásványianyag-sűrűségének megmérése DXA segítségével. Saját méréseink során kapott Z-score értékek kronológiai korhoz viszonyított alacsony csonttömeget igazoltak az általunk vizsgált gyerekeknél.

Eredményeink felvetik, hogy tetraplég, ágyhoz kötött ICP-s gyermekek esetében szükség lehet a rendszeres csontsűrűség mérésére, és az esetleges osteopenia, illetve osteoporosis kezelésére, különösen a tervezett gipszrögzítéssel járó ortopéd műtétek előtt. A DXA a vizsgált személy számára csak alacsony sugárexpozíciót jelent, a mérési idő rövid (distalis femur vagy lumbalis gerinc 1 perc alatt átvilágítható) és irányadó gyermekkor BMD értékek érhetőek el. A mérési eredmények megbízható képet nyújtanak a páciens aktuális csontsűrűségéről, így a csonttörési rizikóról is (11). A csont állapotának felmérése után a csonttömeg csökkenésének mérséklésére, az osteoporosis kialakulásának elkerülésére, az ismert rizikó faktorok minimalizálására kell törekedni.

Több szerző is megemlíti egyes antiepileptikumok visszaszorításának jelentőségét (1, 11). Mivel az ICP-s gyerekek 63%-a kezelt epilepsziás, emiatt érdemes keverülni a csontsűrűséget csökkentő bizonyos antiepileptikumok alkalmazását (phenytoin, phenobarbital, primidon) (11).



A BMD növelhető továbbá a fizikai aktivitás fokozásával, a testsúllyal terhelt állás gyakorlásával. A nagy ízületek mereven tartása és a hosszú idejű immobilizáció kerülendő. Ugyanakkor azok az alsóvégtagi contracturák, amelyek kifejezett akadályt jelentenek az állítás és járásgyakorlásban orthesisel nem kezelhetők kellő eredménnyel, ilyenkor ortopéd műtét elvégzése relatív indikációt jelent (11). *Chad* és munkatársai 8 hónapos teljes testsúlyterhelés mellett végeztetett gyakorlatok hatására a BMD növekedését tapasztalták a femurnyak és a proximalis femur területén (4). *Caulton* és munkatársai nem járóképes ICP-s gyerekeken végzett kutatásukban 9 hónapig minden nap 50%-al megnövelték az állva eltöltött idő mennyiségét. Ennek hatására a lumbalis gerinc BMD 6%-al nőtt, a csigolyatörés kialakulásának esélye csökkent, de az alsó végtagi törés kockázata változatlan maradt (3). *Wren* kis amplitúdójú és magas frekvenciájú vibráció hatását vizsgálta az ICP-seken. Ennek előnye, hogy állni és járni képtelen gyerekek esetében is könnyen alkalmazható. 6 hónapig naponta 10 percre vibrációs lemezen való tartózkodás a corticalis csontterület növekedését eredményezte ebben a vizsgálatban. A vibráció terápiás alkalmazhatósága még kétséges, további vizsgálatok szükségesek (27).

A csontsűrűség csökkenése megelőzhető D-vitamin és kalcium bevitelével. A D-vitamin anyagcsere ellenőrzése különösen fontos, megelőző törések esetén (11). A már kialakult csonttörékenységre kezelésre az első vonalbeli szerek a biszfosfonátok. *Henderson* és munkatársai 1 évig iv. pamidronát terápiában részesítettek járásképtelen ICP-seket, a kontrollcsoport ez idő alatt placebót kapott. A distalis femur metaphysealis területén a BMD 89%-kal, a Z-score -4-ről -1,8-ra növekedett és az utánkövetési idő alatt a terápiában részesültek, nem szenvedtek el több törést (10). *Bachrach* és munkatársai az 1 éves pamidronát terápia előtti és utáni törési incidenciát vizsgálták, és a törési ráta szignifikáns csökkenését találták (30,6%-ról 13%-ra csökkent) (2).

Jelen tanulmányunk felhívja a figyelmet arra, hogy az ICP-ben szenvedő gyermekek csont ásványanyag-tartalma valószínűleg a betegség súlyosságával összefüggő módon csökkent. Az ortopédiai műtéteket követő gipszrögzítés tovább csökkenti az amúgy is megfogyatkozott csontsűrűséget. Az ortopédiai műtétek utáni gipszlevételt követő rehabilitációs időszakban a fokozott csonttörékenységre kiemelt figyelmet kell fordítani.



**4. ábra** Gipszrögzítés utáni gyógytorna kezelés során elszenvedett supracondylaris femur törés.  
(A kép az Ortopédiai Klinika archívumából származik.)

1. Apkon S. D., Kecskemethy H. H.: Bone health in children with cerebral palsy: An Interdisciplinary Approach. *J. Pediatr. Rehabil. Med.* 2008. 1. (2): 115-121.
2. Bachrach S. J., Kecskemethy H. H., Harcke H. T., Hossain J.: Decreased fracture incidence after 1 year of pamidronate treatment in children with spastic quadriplegic cerebral palsy. *Dev. Med. Child Neurol.* 2010. (52): 837-842.
3. Caulton J. M., Ward K. A., Alsop C. W., Dunn G., Adams J. E., Mughal M. Z.: A randomized controlled trial of standing program on bone mineral density in non-ambulant children with cerebral palsy. *Arch. Dis. Child.* 2004. (89): 131-135.
4. Chad K. A., Bailey D. A., McKay H. A., Zello G. A., Snyder R. E.: The effect of a weight-bearing physical activity program on bone mineral content and estimated volumetric density in children with spastic cerebral palsy. *J. Pediatr.* 1999. (135): 115-117.
5. Eidelman M., Katzman A., Zaidman M., Keren Y.: McHale operation in patients with neglected hip dislocations: The importance of locking plates. *J. Surg. Orthop. Adv.* 2014. Article ID 813719
6. Hägglund G., Lauge-Pedersen H., Wagner P.: Characteristics of children with hip displacement in cerebral palsy. *BMC Musculoskelet. Disord.* 2007. (8): 101-106.
7. Henderson R. C., Berglund L. M., May R., Zemel B. S., Grossberg R. I., Johnson J., Plotkin H., Stevenson R. D., Szalay E., Wong B., Kecskemethy H. H., Harcke H. T.: The relationship between fractures and DXA measures of BMD in the distal femur of children and adolescents with cerebral palsy or muscular dystrophy. *J. Bone Miner. Res.* 2010. (25): 520-526.
8. Henderson R. C., Kairalla J. A., Barrington J. W., Abbas A., Stevenson R. D.: Longitudinal changes in bone density in children and adolescents with moderate to severe cerebral palsy. *J. Pediatr.* 2005. 146. (6): 769-775.
9. Henderson R. C., Lark R. K., Gurka M. J., Worley G., Fung E. B., Conaway M., Stallings V. A., Stevenson R. D.: Bone density and metabolism in children and adolescents with moderate to severe cerebral palsy. *J. Pediatr.* 2002. (110): 439-443.
10. Henderson R. C., Lark R. K., Kecskemethy H. H., Miller F., Harcke H. T., Bachrach S. J.: Bisphosphonates to treat osteopenia in children with quadriplegic cerebral palsy: a randomized placebo-controlled clinical trial. *J. Pediatr.* 2002. (141): 644-651.
11. Ho Sheung-Tung: Review of fractures and low bone mass in children with cerebral palsy. *J. Orthop.* 2012. (16): 45-50.
12. Hodgkinson I., Jindrich M. L., Duhaut P., Vadot J. P., Metton G., Bérard C.: Hip pain in 234 non-ambulatory adolescents and young adults with cerebral palsy: a cross-sectional multicentre study. *Dev Med Child Neurol.* 2001. 43(12): 806-808.
13. Hoffer M. M.: Management of the hip in cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1986. 68. (4): 629-631.
14. Houlihan C. M., Stevenson R. D.: Bone density in cerebral palsy. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.* 2009. 20(3): 493-508.
15. Howard C., McKibbin B., Williams L., Mackie I.: Factors affecting the incidence of the hip dislocation in cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. Br.* 1985. (67): 530-532.
16. Krigger K. W.: Cerebral palsy: An overview. *Am. Fam. Physician.* 2006. (73): 91-100.
17. Leet A. I., Mesfin A., Pichard C., Launay F., Brintzenhofszoc K., Levey E. B., Sponseller P.: Fractures in children with cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.* 2006. (26): 624-627.
18. Leet A. I., Shirley E. D., Barker C., Launay F., Sponseller P. D.: Treatment of femur fractures in children with cerebral palsy. *J. Child Orthop.* 2009. (3): 253-258.
19. Mughal M. Z.: Fractures in children with cerebral palsy. *Curr. Osteoporos. Rep.* 2014. (12): 313-318.
20. Presedo A., Dabney K. W., Freeman M.: Fractures in patients with cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.* 2007. (27): 147-153.
21. Rosenbaum P., Paneth N., Leviton A., Goldstein M., Bax M.: A report: the definition and classification of cerebral palsy. *Dev. Med. Child Neurol.* 2007. (109): 8-14.
22. Salmison R., Tsou P., Aamoth G., Green W.: Dislocation on the hip in cerebral palsy. Pathogenesis, natural history and management. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1972. 54-A: 863-873.
23. Soo B., Howard J. J., Boyd R. N., Reid S. M., Lanigan A., Wolfe R., Reddihough D., Graham H. K.: Hip displacement in cerebral palsy. *J. Bone Joint Surg. Am.* 2006. 88-A: 121-129.
24. Stevenson R. D., Conaway M., Barrington J. W., Cuthill S. L., Worley G., Henderson R. C.: Fracture rate in children with cerebral palsy. *Pediatr. Rehabil.* 2006. (9): 396-403.
25. Szalay E. A., Harriman D., Eastlund B., Mercer D.: Quantifying postoperative bone loss in children. *J. Pediatr. Orthop.* 2008. (28): 320-323.
26. Szendrői M.: *Ortopédia.* Budapest. Semmelweis Kiadó. 2009. 113-117.
27. Wren T. A., Lee D. C., Hara R., Rethlefsen S. A., Kay R. M., Dorey F. J., Gilsanz V.: Effect of high-frequency, low-magnitude vibration on bone and muscle in children with cerebral palsy. *J. Pediatr. Orthop.* 2010. (30): 732-738.

**Dr. Terebessy Tamás**

SE Ortopédiai Klinika

1113 Budapest, Karolina út 27.

Mobil: +36 20 8258327

E-mail: drterebessytamas@yahoo.com