

AZ EMBERI JÁRÁS ONTOGENESISÉNEK ÖSSZEHASONLÍTÓ BIOLÓGIAI PROBLÉMÁI

Írta: KATONA FERENC

(Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet Gyermekosztálya, Budapest)

Bevezetés

A csecsemőgyógyászatban régóta ismert, hogy verticalis helyzetbe állított újszülötteknél és csecsemőknél járás keletkezik. Ennek a járásnak előfeltétele, hogy a csecsemő talpa valamilyen szilárd felületen nyugodjék. A vizsgálónak elég a csecsemőt könnyedén megtartania hóna alatt és megakadályoznia, hogy eldőljön. A talpára állított csecsemő alsó végtagjaiban néhány perc alatt ismételt extensios izomtónusfokozódási hullámok lépnek fel. Ezek hatására az alsó végtagok térdben kiegyenesednek, és oly merevvé válnak, hogy a csecsemő megáll rajtuk. Mindössze egyensúlyát kell megtartanunk. Ilyen helyzetben a fej kiskokú előredöntése, a test súlyvonalának előrehelyezése a lábfejek elé olyan reakciót hoz létre, amelyet a szakirodalom „elemi járásnak”, vagy más kifejezéssel „stepp” reflexnek nevez (ILLINGWORTH 1970, PEIPER 1956).

Ez a reakció, amelyet speciális verticalis testhelyzet, a talpak szilárd alapon nyugvása és a test súlyvonalának előrehelyezése együttesen hoz létre, valóban hasonlít a járáshoz. Fő jellemzője a két alsóvégtag ritmikus, alternáló lépésváltása. A lépések magasak, az alsóvégtagok térdben csaknem a vízszintes szintig vagy e fölé emelkednek. Saját vizsgálataink szerint ez a reakció már a 28. gestatios héten kiváltható koraszülöttekben, akár néhány órával a születés után is. Az elemi járás kiváltható akkor is, ha a csecsemőt fejfelé tartjuk, azonban ebben a helyzetben is előfeltétel, hogy a talpak szilárd alaphoz érjenek és a test súlyvonala a lábfejek elé kerüljön.

Ez a reakció az egyes szerzők véleménye alapján különböző időkben szűnik meg. ILLINGWORTH (1970) szerint a születés utáni 7—10. héten már nem váltható ki, DEKABAN (1959) szerint még a harmadik hónapban is létre lehet hozni. MACKETH (1965) megállapította, hogy a fej passzív extensioja speciális inger, amelynek hatására verticalis helyzetben még a születés utáni 11. hónapban is kiváltható az elemi járás.

Mi több, ANDRÉ THOMAS és SAINT-ANNE D'ARGASSIES (1952) beszámoltak olyan csecsemőkről, akiket szüleik gyakran járattak, és ennek eredményeképpen az elemi járás reakciója nem szűnt meg, hanem simán átalakult a 11—14. hónapban normális járássá.

Régóta tudjuk, hogy az elemi járás kiváltható főemlősökön. Erről elsősorban HINES (1942) számolt be, aki újszülött macacuskon vizsgálta a lépegető reakciót, és úgy látta, hogy az a szülés utáni első héten jelenik meg. Kísérletei szerint az elemi járás a születés utáni 6. héten meg is szűnik.

Saját vizsgálataink arra a kérdésre irányultak, általános-e a főemlős rendben az elemi járás, van-e valami különbség a különböző családokhoz, illetve fajokhoz tartozó főemlős újszülöttek elemi járástípusa között? Ezek a kísérletek folytatását képezték azoknak a vizsgálatoknak, amelyek összehasonlították

két újszülött macacus elemi járásának fejlődését. Az egyik újszülött anyjába kapaszkodva nőtt fel, a másik pedig anyjától elválasztva incubátorban nevelkedett.

Kísérleti állatok

Az összehasonlító kísérletek 11 újszülött állaton történtek. Ezek közül 5 macacus, 2 pávián, 2 pókmajom, 1 orangután és 1 gibbon újszülött volt (1. táblázat).

1. táblázat

Elemi járás vizsgálata primateseknél
Table 1. Examination of primary walking in primates

N	Genus	Elemi járás — <i>Primary walking</i>
5	Macacus <i>Macaque</i>	tökéletes — <i>correct</i>
2	Pávián <i>Baboon</i>	tökéletes — <i>correct</i>
2	Pókmajom <i>Spider monkey</i>	tökéletlen — <i>defective</i>
1	Orangután <i>Orang</i>	alig kiváltható — <i>hardly obtainable</i>
1	Gibbon <i>Gibbon</i>	nem váltható ki — <i>absent</i>

Az újszülött majmokat fejlődésük során a második hónapig ismételtelen elválasztották anyjuktól, és viszonylag nyugodt környezetben tartották 15 percig. Ez alatt a megfigyelő személyéhez kissé alkalmazkodhattak, hozzábújtak és belefogódzkodtak ruhájába, bőrébe. Ezután gyengéden kezelve, hónaljuk alatt könnyedén megfogva, asztalra helyeztük az állatokat, ahol a kísérlet történt. A kísérlet után visszakerültek az anyaállathoz. Az összes vizsgált állat egészséges volt az eltelt idő alatt, amely két hónapig tartott.

Eredmények

Összefoglalva eredményeinket, megállapítható, hogy *macacus* és a *pávián* újszülöttek születésük után egy-két nappal már gyakran és folyamatosan lépegettek, ha verticalis testtartásban voltak és talpuk, lábujjaik elég nagy felületen szilárd alaphoz értek. Ezekben az állatokban az alsó végtagok fogóreflexei nem voltak annyira erősek, hogy a talp és az ujjak szilárd alaphoz érését meggátolták volna. A felső végtagok rendszerint enyhén flectalt helyzetben voltak, és ezekben a fogóreflex nem ritkán megerősödött elemi járás alatt (1—2. ábra).

Pókmajmoknál az elemi járás kiváltása sokkal nehezebben sikerült. A fogóreflex az alsó végtagokban lényegesen erősebb volt, mint csecsemő macacusoknál és páviánoknál. Elemi járásuk lépéseinek magassága is jóval alulmaradt a macacusok és a páviánokénál. Az alsó végtagok ritmikus váltogatása sem volt olyan tökéletes, és hamarabb kifáradtak, mint a macacusok vagy a páviánok. Az elemi járás azonban minden esetben kiváltható volt (3. ábra).

Újszülött *orangután* elemi járása még tökéletlenebb volt, mint a pókmajomoké. Az újszülött orangután fogóreflexe annyira erős volt, hogy jóformán csak sarka és flectalt ujjainak dorsalis felszíne ért a szilárd alaphoz (4. ábra).

Felső végtagjai közben extendáltak, és kezében is erőteljes fogóreflex jött létre. Az elemi járást az újszülött és csecsemő orangutánánál minden alkalommal sikerült kiváltani, azonban jóval gyengébb mértékben, mint a pókmajmoknál. Ez az elemi járás szinte csökevényesnek nevezhető.

Újszülött gibbonnál még ennyire sem sikerült az elemi járás kiváltása. A gibbon azonnal maga alá húzta alsó végtagjait, amelyek fogóreflexe az orangutánénál is erősebb volt. Flectalt lábujjainak dorsalis felszínén guggolt a vizsgálóasztalon, és még csökevényes lépegetés, az alsó végtagok alternáló mozgása sem indult meg. Gibbonnál tehát az elemi járás sem újszülött korban, sem fiatal csecsemőkorban nem volt kiváltható.

A primateseknél tehát meglehetősen különbség mutatkozott az újszülött, illetve csecsemőkori elemi járás kiválthatóságában.

Ugyanez a megállapítás vonatkozik két másik reakcióra, amelyek szorosan hozzátartoznak az elemi járás jelenségéhez. Ezek közül az egyik az ún. „ráhelyezési reakció”, a másik pedig az alsó végtagok „támaszkodási reakciója”.

A *ráhelyezési reakció* abból áll, hogy az újszülött emberi csecsemő, macacus vagy pávián lábfejét a vizsgálóasztalhoz közelítjük úgy, hogy a lelógó lábfej dorsalis része az asztal széléhez érjen. Ekkor a verticalisan tartott újszülött, illetve csecsemő alsó végtagjának talpát ráhelyezi az asztalra. Ezt a reakciót pókmajmoknál sokkal gyengébben lehetett kiváltani, orangutánál alig, gibbonnál pedig egyáltalán nem.

A *támaszkodási reakció* az alsó végtagok ismételt megjelenő extensio izotónus-fokozása, amely akkor váltható ki, ha az újszülöttet, illetve a fiatal csecsemőt szilárd felületre állítjuk, és könnyedén tartjuk. Ez az antigravitációs reakció emberi újszülöttnél, fiatal csecsemőnél, macacusanál és páviánál csaknem azonos erejű. Pókmajomnál lényegesen gyengébb volt, orangutánál csak igen nehezen sikerült létrehozni, gibbonnál pedig egyáltalán nem.

Természetesen nem véletlen, hogy a három szorosan egymáshoz tartozó reakció — az elemi járás, az alsóvégtagok támaszkodó reakciója és a ráhelyezési reakció együttesen jól kiváltható volt embernél macacusanál és páviánál. Jóval gyengébben pókmajomnál és orangutánál, gibbonnál pedig egyiket sem lehetett megfigyelni.

A vizsgálatokból elsősorban az a probléma következett, hogy mi okozhatja a különböző primates újszülöttekben, illetve csecsemőkben ezt az eltérést, hiszen az egész primates rendre jellemző újszülöttkori reakcióról lehet szó. A kérdés éppen abban rejlik, miért váltható ki egyes primatesekben és miért nem másokban?

Megbeszélés

Semmilyen szempontból sem tisztázott kérdés, mi a kapcsolat az emberi csecsemő elemi járása és a később kialakuló bipedális járás között. Kétségtelen, hogy normális körülmények között az emberi újszülött és csecsemő sohasem használja ezt a mozgást, hiszen nem kerül verticalis helyzetbe. Sem a ráhelyezési, sem a támasztási reakció, sem a lépegetéshez szükséges feltételek nincsenek adva, csak mesterséges körülmények között. Nincsen kizárva azonban, hogy ez a nem manifeszt elemi járás az idősebb korban létrejövő habitus, bipedális járással összefügg.

Minden gerinces állatban spinalis és agytörzsi irányítás alatt automatikus, ritmikusan alternáló mozgások alakulnak ki a végtagokban. Ezek a ritmikus

mozgások azonban semmiképpen sem azonosak a primateseknél kiváltható elemi járással. A két fajta stepp ritmust, többek között, az is megkülönbözteti egymástól, hogy primateseknél csak akkor jönnek létre, ha az alsó végtagok talpi felszíne szilárd alapzatra támaszkodhat. Ezzel szemben a gerinces állatokban még a nagyagy eltávolítása után is kiváltható automatikus végtagritmus egyik előfeltétele, hogy az alsó végtagok ne legyenek megtámasztva. Olyan ontogenetikus mozgásformáról van tehát szó, amely elsősorban a primatesek újszülöttjeire és csecsemőire jellemző.

Kísérleteinkben megfigyeltük, hogy a különböző főemlős újszülöttekben és csecsemőkben az elemi járás kiválthatósága közti különbségeket elsősorban az alsó végtagok fogóreflexének különbözősége okozza. Gibbonnál, ahol a fogóreflex a legerősebb, a fogóreflex gátolja a támasztási reakciót, és megakadályozza az elemi járást. Orangutánnál a rendkívül erős fogóreflex csak részleges támasztási reakciót tesz lehetővé az alsó végtagokban, az elemi járás csökevényes. A pókmajom fogóreflexe az alsó végtagokban csekélyebb, és a támasztási reflex jobban kiváltható, ennek megfelelően az elemi járás is tökéletesebb. Macacusban és páviánban veritacialis helyzetben az alsóvégtagok támasztásánál alig figyelhető meg fogóreflex. A támasztási reakció, a ráhelyezési reakció és az elemi járás ezeknél az állatoknál éppoly tökéletes újszülött és csecsemőkorban, mint embernél.

Ezeket a jelenségeket összefüggésbe hozhatjuk a vizsgált primatesek felnőttkori locomotios típusával. A felnőttkorban két lábon járó embernél és a teraszterialis, valamint az arborealis életmódhoz egyaránt jól alkalmazkodott macacusból és páviánból az elemi járás jól kiváltható újszülöttben és csecsemőben. Az elsősorban arborrealis élethez alkalmazkodott pókmajomnál az elemi járás újszülött- és csecsemőkorban jóval tökéletlenebb. A kifejezett brachiatoroknál, mint amilyen az orangután és a gibbon, az elemi járás újszülött- és csecsemőkorban alig vagy egyáltalán nem váltható ki. A fogóreflex szerepe a locomotióban gibbonnál és orangutánnál jóval nagyobb, mint macacusból vagy páviánból, ami éppen a brachiatióból következik. Így az elemi járás mint az ontogenesis egyik fontos posturalis reakciója, összefüggésbe hozható azzal a habitualis locomotoros típussal, amely az adott faj mozgására jellemző. Feltehető, hogy emberben is ez a helyzet, és úgy vélhetjük, hogy az elemi járás összefüggésben van a habitualis bipedalis locomotioval. Az elemi járás specialis típusa primatesekben közös ontogenetikai tulajdonság. Miután az egyes családok a filogenesis folyamán már elég korán specializálódtak, feltehető, hogy ez a specializálódás vagy megerősítette, facilitálta az elemi járást újszülött- és csecsemőkorban, mint pl. emberben, vagy gátlás alá vette azt, mint a brachiátorokban. A pávián és a macacus, amelynek locomotioja általánosabb jellegű, valószínűleg éppen azért őrizte meg a főemlősrend ontogenesisében meglévő elemi járást, mert nem specializálódott teljesen arborealis életmódra.

Összefoglalás

Az ún. újszülött- és csecsemőkori elemi járás összehasonlító vizsgálata emberben, macacusból, páviánból, pókmajomból, orangutánból és gibbonból kimutatta, hogy az elemi járás a vizsgált primatesekben kiváltható. Kiválthatóságának foka összefüggésbe hozható azzal a locomotios típussal, amely a vizsgált primatesek faji specificitása felnőttkorban. Valószínű, hogy a főemlő-



I. ábra. Elemi járás vizsgálata primateseknél.
Fig. 1. Primary walking in a newborn primate, a Macaque.



2. ábra. Újszülött macacus elemi járás. A lépés magas, a talpak és az ujjak plantáris felszíne ráfekszik a szilárd alapra. A jobb oldali alsó végtag ellendülési szakaszban van. A felső végtag flectalt, nem nyújtott.

Fig. 2. The stepping of a newborn Macaque during primary walking is high. The sole and the fingers contact the surface of the table. The right lower limb is in the swing phase. The upper limb is flexed. The stepp is high.



3. ábra. Újszülött pókmajom elemi járása. Az alsó végtag fogóreflexe erősebb, nem ér le jól a támasztékra, a lépés tökéletlenebb. A felső végtag kifejezett extenzióban van.

Fig. 3. The primary walk of the newborn Spider monkey is less pronounced. The grasp reflex of the foot is marked, the sole and fingers have an unsolide contact with the table surface. The upper limb is flexed.



4. ábra. Újszülött orangután elemi járása. Az alsó végtag rendkívül erős fogóreflexe gátolja a támaszkodási reakciót és az elemi járást. A lépés igen alacsony. A felső végtagok maximális extenzióban vannak.

Fig. 4. The quite strong grasp reflex in the foot of the newborn Orang prohibits supporting reaction and the primary walking. The stepp is low. The upper limbs are in a pronounced extension.

sők ontogenesisében jellemző általános posturalis reakcióról van szó, amely ezen az alapon összefüggésbe hozható emberben a habitualis, bipedalis járás kialakulásával és specializálódásával.

(A Magyar Biológiai Társaság Embertani Szakosztályának 1974. november 11-i szakülésén elhangzott előadás; közlésre beérkezett 1975. január 14-én.)

IRODALOM

- DEKABAN, A. (1959): *Neurology at Infancy*. William and Wilkins, Baltimore.
- HINES, M. (1942): *The Development and Regression of Reflexes Postures and Progression in the young Macaque*. — *Contr. Embryol. Carneg. Inst.*, 30; 153–209.
- ILLINGWORTH, R. S. (1970): *The Development of the Infant and Young Child*. — Churchill, Livingstone.
- MACKEITH, R. C. (1965): *The Placing Response and Primary Walking*. — *Guy's Hosp. Gaz.* 79; 394.
- THOMAS, A.—SAINT-ANNE D'ARGESSIES (1952): *Études neurologiques sur le nouveau-né et le jeune nourisson*. — Masson, Paris.
- PEIPER, A. (1956): *Die Eigenart der kindliche Hirntätigkeit*. — Thieme, Leipzig.

COMPARATIVE BIOLOGICAL PROBLEMS RELATED TO THE ONTOGENESIS OF HUMAN WALKING

by F. KATONA
(Summary)

Experiments performed on newborn primates prove the existence of primary walking. The type of this locomotor reaction is different in the various families. This variability depends largely on the adult locomotor behaviour of the family. In the Macaque and the Baboon the newborn primary walking is pronounced. The fingers and the sole of the limbs reach the soil in full extent, no grasp reflex develops. In the Spider-monkey this grasp reaction however is strong enough to prohibit the full contact between soil and the sole, though primary walking may be well visualised. In the Orang or in the Gibbon the grasp reflex is extreme in erect position. The fingers are in strong flexion. This prevents the contact between the sole and the soil, and primary walking becomes only a rudimentary reaction. Primary walking or on its other name the stepping reaction is maintained by the cerebral cortex the midbrain, and the spinal cord. Its different forms may be elicited by the electric stimulation of the midbrain the medulla and various spinal relays. It was proved experimentally that the cerebral cortex plays a certain part in the reaction in primates. It seems that the locomotor specialisation of the adult primate plays also part in the primary walking type of the newborn. The best primary walking reaction was obtained in quadruped non specialised walkers. In brachiators the reaction was less marked or even rudimentary. In the human, primary walking is just as pronounced as in Macaques or Baboons. The type of stepping is much superior to any other mammals in the newborn period and early infancy.

A szerző címe:

DR. KATONA FERENC

Author's address:

H-1145 Budapest, Amerikai út 54.

Országos Idegsebészeti Tudományos Intézet

