

II./2.7. A mozgásszabályozás – a koordináció – zavarai



Koordináció

Anatómia

A cerebellum összeköttetésben áll mind a mozgató-, mind az érzőrendszerekkel, indirekt hatást fejt ki a testtartásra, koordinációra és a mozgásra, úgy, hogy a mozgatórendszer kimenetét szabályozza.

Legfontosabb működése, hogy a mozgástervvel történő folytonos összehasonlítás révén meggátolja és kiigazítja a mozgás végrehajtása közben keletkező hibákat.

A cerebellum a középvonalban fekvő vermisből és a féltekékből áll. Alsó felszínén a fissura posterolateralis alatt található a nodulus és a pedunculus cerebri inferior, két oldalán emelkedik a flocculus, ezeket együtt *flocculonodularis lebenynek (archicerebellum)*, funkciója alapján *vestibulocerebellumnak* hívjuk. A lingula, a lobulus centralis és a culmen együtt a *paleocerebellum*, amely összeköttetése miatt a *spinocerebellum* nevet kapta. A cerebellaris féltekék alkotják a *cerebro-cerebellumot*. A mélyében elhelyezkedő specifikus működésű páros *magokat* találunk: a *nucl. globosus* és *emboliformis* (együtt *nucl. interpositusnak* hívják), a *nucl. fastigii*, valamint a legnagyobb átmérőjű *nucl. dentatus*.

A cerebellum működési egységei

II./2.7.1. Spinocerebellum

A középvonalban fekvő *vermis* és ennek két oldalán lévő *átmeneti (intermediate) zóna* alkotja. A spinocerebellum az agytörzsből induló medialis és lateralis leszálló rendszerek segítségével kontrollálja a végtagok mozgását és az izomtónust. Az afferens impulzusok többségét a tr. spinocerebellaris ventralison és dorsalison keresztül kapja, kevesebbet a halló-, látó- és vestibularis szerkezetekből. Az afferens rostok a vermisben kapcsolnak át a Purkinje-sejtekre axonjaik a *nucl. fastigii*-ben, az átmeneti zónában lévők pedig a *nucl. interpositusban* (*nucl. globosus* és *emboliformis*) végződnek, majd a brachium conjunctivumon keresztül érik el az ellenkező oldali *nucl. rubert*. A nagysejtes részből indul a lateralis leszálló rendszer, a tr. *rubrospinalis*, a rostok a gerincvelő elülső szarvában végződnek. Az átmeneti zónából felszálló rostok alkotják a *rubrothalamicus* rendszert, amely a primer motoros kéregben végződik.

A spinocerebellum károsodásának vizsgálata

a.) Törzsataxia: a cerebellum lobus anteriorja és a *rostralis vermis* károsodása okozza. Nyitott és behunyt szemmel járáskor ataxia alakul ki, a betegek főként előre vagy hátra dőlnek vagy esnek, elbotlanak, tántorognak. A járás széles alapú, a betegek padlóra rajzolt egyenes mentén (“zsinóron”) járni nem képesek. A törzsataxiás betegek ülő helyzetben sem képesek megtartani magukat. A felső végtagok általában nem érintettek. Az izomtónus és a reflexek változatlanok. Dyarthria nem fordul elő.



Törzsataxia

A *rostralis vermist* főként az alkoholizmus miatt kifejlődő tiaminhiány károsítja. A *caudalis vermis* leggyakrabban malignus



Rombert-teszt

daganatok miatt károsodik. Vezető tünete a törzsataxia, emellett a betegek hátrafelé dőlnek.

b.) Babinski-féle cerebellaris asynergia: vizsgálatához az álló beteget felszólítjuk, hogy dőljön hátra olyan mélyen, ahogyan csak tud. Normális reakció a térd kompenzáló hajlítása, amely kóros esetben hiányzik, és a beteg hátrafelé esik.

c.) Az egyensúlytartást és a koordinációt Romberg-helyzetben vizsgáljuk: a beteget arra kérjük, hogy álljon összezárt lábfejekkel, nyitott, majd csukott szemmel. A cerebro- és vestibulocerebellum károsodása esetén a beteg az érintett oldal felé dől vagy kitér. A szem behunyása után a beteg a megadott pozitúrából kilép, dől vagy esik. Kétes esetben a betegről *nehezített helyzet* megtartását kívánjuk: a beteg egyik lábával a másik elé lép vagy egy lábra áll. A betegek a kisagyféltekei laesióval azonos oldali lábukon megállni nem tudnak.

A **járás** vizsgálatánál a beteget felszólítjuk, hogy jöjjön felénk és menjen vissza előbb nyitott, majd behunyt szemmel. Az iránytól eltérésre, botlásra, a járás ritmusának változására figyelünk. A vermis károsodása esetén a járásdobáló, botladozó vagy apró léptű, de irányát tartja. Cerebellaris féltekei károsodásnál a beteg az érintett oldal felé tér el.

II./2.7.2. Cerebrocerebellum

A **cerebrocerebellum** a célirányos és gyors végtagmozgás precíz kivitelét, valamint az ügyességet kívánó feladatok végrehajtását szabályozza, de nem hat a törzs koordinációra és a globális izomtónusra.

A cerebrocerebellum károsodásának vizsgálata:

a.) A célkísérletek: az *orr-ujjhegy próba* (“tegye a mutatóujját nyitott, majd behunyt szemmel az orra hegyére”), *térd-sarok kísérlet* (a háton fekvő beteg tegye a jobb sarkát a bal térdére, és csúsztassa végig a sípcsontján, majd a másik oldalon ismétlje meg ugyanezt) során. Féloldali cerebellaris károsodás esetén a beteg “nem találja az orrát”, a cerebellaris tremor a célhoz közel fokozódik, a térd-sarok kísérletnél a laesio oldalán nagy amplitúdójú kereső mozgás jelenik meg, a sípcsonttól a sarok minduntalan “lecsúszik”. Az *“ujj az ujjhoz” próba*, során a beteg a karjait a horizontális síkban kiterjeszti, majd a középvonalban egyik mutatóujjával megérinti a másikat. A próba végezhető nyitott és csukott szemmel. Féloldali cerebellaris károsodásnál az azonos oldali kéz célt téveszt, vagy nem éri el a középvonalat, az ép oldali kéz pedig keresztezi a középvonalat, hogy a “lemaradt” ujjat megtalálja.

b.) Dysmetria: a távolság becslésének zavara, amely a célzott mozgás megakadásában vagy eltúlzásában jelentkezik. A dysmetriát úgy vizsgáljuk, hogy az ülő beteg karjait a horizontális síkban párhuzamosan előrenyújtja, majd a karok térdig süllyesztése után azok visszaemelését kívánjuk a mutatóujjunkkal megjelölt magasságba. A károsodás oldalán

a beteg nem találja a megjelölt helyet, ujját rendszerint magasabbra emeli. A gravitáció ellenében tartott kézen pronatio jelenik meg, behunyt szemmel végzett vizsgálatnál a végtag süllyed.



Diadochokinesis

Rebound

Charcot-triász

A **Bárány-próba** végzésénél a beteg ülő helyzetben behunyt szemmel kinyújtott karjait a vizsgáló ujjai felé emeli azonos magasságba, a vízszintesig. A betegtől azt kérjük, hogy süllyessze mindkét karját a térdéig, majd az ujjunkkal jelölt magasságba emelje vissza. A labyrinth és az archicerebellum bántalmánál a betegek mindkét karjukkal a laesio oldala felé mutatnak. Féloldali cerebrocerebellaris laesio következtében a beteg a laesio oldalán feljebb mutat, illetve “keresi” a vizsgáló ujját.

c.) Diadochokinesis: a beteg gyorsan váltakozó pronáló-supináló mozgást végez a kezeivel, melynek során az aszimmetriát és a mozgás végrehajtásában megnyilvánuló ügyetlenséget figyeljük meg. Kóros esetben a hiányos kontroll miatt a mozgás kitérése a szándékoltnál jóval nagyobb (*dysdiadochokinesis*).

d.) Cerebellaris tremor: akciós jellegű, 3-4 Hz frekvenciájú, célkísérletnél a célhoz közel jelenik meg és felerősödik. Legtöbbször a kezeken észlelhető, de megjelenhet a fejen és a törzsön is.

e.) Visszacsapási (rebound) jelenség: az izomfeszülés érzékelésének zavara. A beteg flexióban tartott alkarját ellenállással szemben nyújtani próbáljuk (*utasítás: hajlítsa be mindkét karját és ne engedje, hogy kinyújtjam*). A csuklót hirtelen elengedve a kéz a vállra csapódik a laesio oldalán.

f.) Hypotonia: a féltekei laesióval azonos oldalon a végtagok izomtónusa csökken, a *mélyreflexek* a laesio oldalán kissé *renyhébbek*.

g.) A súlybecslés zavara: a laesio oldalán kézben tartott súlyt a betegek könnyebbnek érzik.

h.) Beszédzavar: jellegzetessége az elmosódó, lassú artikuláció, éneklő, változó hangsúlyokkal (*skandáló beszéd, pl. SM-ben*) (*tekintse meg a videót*). A kisagyi fehérállomány károsodása okozza a klasszikus *Charcot-triászt* a SM-ben: (1) nystagmus); (2) intenciós tremor és (3) skandáló beszéd.

i.) Járászavar: a járás vizsgálata során a beteg oda-vissza 4-5 lépést tesz, amit behunyt szemmel ismétel. Féltekei károsodásnál a beteg az ismétlések során fokozatosan eltér az érintett oldal felé. Ezt hívják az angol irodalomban “*compass gait*”-nek. Ugyanezt a célt szolgálja a “csillagjárás”. Kivitele: a beteg behunyt szemmel három lépést tesz előre, majd fordulás után ugyanazon az útvonalon vissza. A csillag alakú útvonalrajzolatot a kisagykárosodás oldala felé túlforgás hozza létre.

A **nucl. dentatus** károsodásának következménye:

- (1) a komplex mozgások felbomlása;
- (2) a mozgás indításának és megállításának késedelme és
- (3) a mozgás pontatlansága, a kéz és kézujjak térbeli

koordinációjának zavara,

(4) az ún. túllövés a célon, és

(5) a 3 Hz körüli akciós (intenciós) tremor.

II./2.7.3. Vestibulocerebellum

A vestibulocerebellumot a flocculonodularis lebeny alkotja. A vestibularis magokból két leszálló pálya indul, a *tr. vestibulospinalis medialis* (Schwalbe-magból) és a *tr. vestibulospinalis lateralis* (Deiters-magból), amelyek a gerincvelő szürkeállományában az elülső szarv medialis sejtjein végződnek. A vestibulocerebellum szabályozza a szemmozgásokat, valamint az egyensúly tartását járásnál és állásnál. A vestibulocerebellum a mozgások térbeli összerendezésének szolgálatában áll.

A vestibulocerebellum károsodásának vizsgálata

A **flocculonodularis-syndromát** a következő kórjelek alkotják:

- 1.) állás- és járásbizonytalanság;
- 2.) széles alapú ataxiás járás;
- 3.) asynergia (járásnál az együttmozgások és korrekciók hiánya, illetve zavara);
- 4.) a vestibulocerebellum ritka izolált károsodása esetén a gócba irányuló *nystagmus* jelenhet meg, egyéb cerebellaris tünet nélkül. Törzsataxia csak akkor csatlakozik az állás- és járászavarhoz, ha az intermedier zóna is károsodik



Fizikális vizsgálattal hogyan különíthető el a cerebellaris és a spinalis ataxia?



A cerebellum diffúz károsodásának következményei: a cerebellum kérgét, a rostokat és a magokat együttesen érintő károsodás befolyásolja a mozgáskoordinációt, az izomtónust és a beszédképzést. Előidézhetik alkoholos, metabolikus, posztinfekciós, paraneoplasias és degeneratív betegségek. Diffúz cerebellaris károsodásnál nystagmus általában nincs.

A cerebellaris és spinalis (szenzoros) ataxia azáltal különíthető el, hogy az utóbbi súlyosabbá válik sötétben, és behúnyt szemmel járás közben. Spinalis ataxiánál zavart az ízületi helyzet- és mozgásérzés, a graphaesthesia és a vibrációérzés, melyek oka lehet, funicularis myelosis, az a. spinalis posterior ischaemiája és polyneuropathia, ha elsősorban a proprioceptív érzőrostok károsodnak. A szenzoros ataxiás beteg botladozik, ezzel szemben a féloldali cerebellaris vagy vestibularis laesio esetén a betegek járás közben határozott irányba térnek el. A cerebellaris ataxiánál, a spinalis ataxiával ellentétben nystagmus és tremor jelenik meg, az izmok hypotóniásak, a beteg dysarthriás.

Egészséges állapot leírása:

Dysdiadochokinesis nincs, a célkísérletek rendben, a mozgás koordinált, a beteg Romberg-helyzetben megáll, törzs- és végtagataxia nincs, vakjárásnál irányt tart, a Babinski-synergia kiváltható.