

II./2.4. A mozgató rendszer vizsgálata

Anatómia

Az akaratlagos mozgásszabályozás szerkezetei két részre oszthatók:

a.) A *supraspinalis motoros sejtrendszerek* az agykéregben és az agytörzsben helyezkednek el, leszálló rostjaik az agytörzsben és a gerincvelőben végződnek. A mozgatórendszer kimenetét a *corticospinalis, corticobulbaris, corticoreticularis, reticulospinalis, rubrospinalis, vestibulospinalis és tectospinalis* pályák alkotják. Az akaratlagos mozgás szabályozásának szerkezetei a *mozgató agykéreg, a basalis ganglionok, a thalamus és a cerebellum*.

b.) A *segmentalis motoros apparátust* a gerincvelő - és -motoneuronjai, valamint a polysynapticus reflexív sejtjei alkotják.

A mozgató agykéreg

Mozgató kéregnek nevezzük a gyrus praecentralist (Br4), de motoros működésű területeket találtak a Br6a, 6a, 8, 3, 1, 2, 5, 7, 19, 23 és 24 mezőkben is.



A mozgató agykéreg

a.) A **primer motoros mező** (Br4) a gyrus praecentralist foglalja el, az kérgi mozgatósejtek a *felső, centrális* vagy *corticalis motoneuronok*. A Br4 V. rétegben található a Betz-féle óriás pyramissejtek. Az egyes izomcsoportok és ezek synergistáinak reprezentációs területei átfedik egymást.

b.) A **praemotoros mező** (Br6a és a Br6a areák) efferens rostokat küld a primer motoros kéreghez, a FR-hoz és a spinalis motoneuronokhoz; kétirányú kapcsolata van a Br5 és Br7 mezőkkel a frontális szemmozgató központtal, a szupplementer kéreggel és a thalamussal. A praemotoros neuronok a törzsközeli és proximális vázizmokat idegzik be, előkészítik a motoros kéréget a mozgás végrehajtására, összehangolják *vizuális és akusztikus szignálokat* a mozgással.

c.) A **szupplementer motoros area** a Br6a mező medialis felszínének a lobulus paracentralis előtti része. Bemenő jelei a Br4 és somatoszenzoros-, praemotoros régiókból és a thalamusból származnak. Efferenseket a primer motoros kéreghez, a FR-hoz küld, *direkt összeköttetései vannak a gerincvelői motoneuronokkal* és a gerincvelő intermedier zónájával, szabályozza az izomtónust. A taktilis ingerek segítségével végzett kézmozgásokat szervezi a distalis végtagizomok beidegzését is kontrollálja. Gátolja a tükörmozgásokat és összehangolja a végtagok eltérő szekvenciájú mozgásait. *Sérülése distalis spasticus paresist, fogóreflexet, hypometriát, járási apraxiát, akineticus mutismust okoz.*

d.) A **frontális tekintésközpont** (Br8) közvetlenül a praemotoros area előtt van.

A mozgató agykéreg sérülésének következményei

Faciobrachialis eloszlású hemiparesist okoz az a. cerebri media ellátási területén kialakuló keringés-zavar: az arc, a kéz és a kar izmai bénulnak súlyosan, az alsó végtag alig érintett. Az a. cerebri anterior ellátási területi ischaemia következménye *alsó végtagi túlsúlyú* hemiparesis. A topográfiai viszonyok a mozgatókéreg sérülése után a gyógyulás menetét is meghatározzák: a váll, a kar és az alsó végtagok mozgása előbb tér vissza, mint a kezujjaké.

A corticospinalis mozgatópálya a kéregből a corona radiatán keresztül a capsula interna hátsó szárában fut le, a rostok sorrendje előlről hátra: arc-felsővégtag-törzs-alsóvégtag. A rostok a pedunculus cerebri középső részén helyezkednek el, a pons basisán több kötegre bomlanak. A pyramison áthaladó rostok 85%-a a nyúltvelői alsó részén kereszteződik, a *tr. corticospinalis lateralis* a gerincvelő oldalkötegében száll le, 15%-uk keresztezetlenül, az elülső kötegben mint *tr. corticospinalis anterior* halad lefelé, egy részük a gerincvelő commissura anteriorjában kereszteződik.

A primer motoros kéreg körülírt laesiója flaccid paresist okoz, hasonlóan a pedunculus cerebri és a nyúltvelői pyramis igen ritka, izolált sérüléséhez. Ha a primer motoros mező a praemotoros és a szupplementer motoros areával vagy az innen induló axonokkal együtt károsodik, akkor *spasticus bénulás* alakul ki.

A *corticobulbaris* pálya az agytörzsben a mozgató agyidegek (V., VII., IX., X., XI., XII.) magjain végződik. A horizontális tekintés pályája a Br8 areából ered, a capsula interna hátsó szárában a többi pyramisrost előtt fut a colliculus superiorhoz.

Mozgásszabályozó körök

Mindkettő az agykéregből indul és a thalamuson keresztül az agykéregbe kapcsol vissza. A "*striatum kör*" direkt és indirekt pályarendszerekből áll.

A direkt pályarendszer (D1 receptorok) a mozgást facilitálja; elemei: substantia nigra – pars compacta (SNc) – Globus pallidus internus (Gpi) – Thalamus (Th) – Cortex = Az indirekt pályarendszer (D2 receptorok) a mozgást gátolja elemei: SNc – Globus pallidus externus – nucl. subthalamicus - GPi – Th – Cortex.

A "*cerebellaris kör*" az agykéreg somatomotoros régióiból indul, a pons magokon átkapcsolva a kisagykéregbe projiciál, majd innen szintén a thalamus közvetítésével kapcsol vissza az agykéreg motoros területeire. Közvetlenül szabályozza a mozgás indítását és kivitelét annak végrehajtása során, a mozgást a mozgástervhez igazítja.

A praefrontalis körök

A striatalis és cerebellaris rendszeren kívül az akaratlagos mozgás szabályozásában közvetve részt vesznek a *szemmozgató*-, a *dorsolateralis*-, *lateralis-orbitalis*-, és *elülső cingularis* körök.

A *szemmozgató kör* a frontális tekintési központból (Br8) ered, az axonok a nucl. caudatusban, a globus pallidusban és a SN-ban kapcsolnak át, a dorsomedialis (DM) thalamusmag közvetítésével térnek vissza a szemmozgató központba. A kör a saccadokat szervezi.

A *dorsolateralis praefrontalis kör* a nevezett területről ered



A striatum kör

A cerebellaris kör

A praefrontalis körök

(Br8, 9, 10, 11, 46), átkapcsoló állomásai a nucl. caudatus, a GPi a SN rostralis része (direkt pálya) és a GPe, a nucl. subthalamicus – SN (indirekt pálya), dorsolateralis kéreg. Sérülése az exekutív (kivitelezés, végrehajtás) funkciók zavarát okozza. A gondolkodás teljesítménye is romlik, a beszéd lassú, gyengül a hipotézisalkotás, a tanulás és a konstruktív képesség.

Orbitofrontalis lateralis kör az inferolateralis (Br10, 11, 12, 13, 47) kéregből ered és a nucl. caudatusban kapcsol át a GPi-re és a SN-ra. A pallidum és a SN a thalamus VA medialis részéhez és a DM maghoz kapcsolódik, a kör az orbitofrontalis kéregben zárul. A magatartásminták tanulásában és kiválasztásában játszik szerepet. Sérülése impulzivitást, gátlástalanságot okoz.

Elülső cingularis kör: a cingularis kéreg első részéből ered, (Br24, 32) a *limbicus striatum*hoz kapcsolódik. A pallidum és a SN efferensei a thalamus, DM mag paramedialis részéhez, valamint a ventralis tegmentalis areához, a habenulához, a hypothalamushoz és az amygdalához vezetnek. A kör a nucl. DM-on keresztül tér vissza a cingularis kéregbe. Az elülső cingularis körnek a figyelem, gondolkodás, a memória és az érzelmek szabályozásában is jelentősége van.

Az agytörzs hatása a mozgásszabályozásra

a.) A *tr. vestibulospinalis lateralis* közvetíti a vestibularis beállító és tartási reakciókat a gerincvelő mozgató interneuronjaira.

b.) A *tr. vestibulospinalis medialis* a felső háti szakaszig száll le mint fasciculus sulcomarginalis. A nyakizmokat ellátó motoneuronokon átkapcsolva befolyásolja a beállító és posturalis reflexeket.

c.) *Corticoreticularis és reticulospinalis* pálya: a praemotoros és szupplementer motoros mezőkből indul a corticoreticularis pálya, amely a FR-ből mint *reticulospinalis pálya* jut el spinalis motoneuronokig.

d.) A *tr. tectospinalis* és a *tr. rubrospinalis* a gerincvelőben interneuronokon végződnek, befolyásolják a fixáláskor szükséges fejtartást, az izomtónust és az egyensúlyt.

A gerincvelő segmentalis apparátusa



Spinalis motoneuronok

A gerincvelő mozgatósejtjeit *perifériás vagy spinalis motoneuronoknak* nevezzük. A corticospinalis pálya interneuronok közvetítésével végződik az - és -motoneuronokon. A motoneuronok myelinizált gyors vezetésű A rostjai a gerincvelőből kilépve a *mellső gyököket* alkotják, melyek a *ganglion spinale* mellett egyesülnek a *hátsó gyökökkel nervus spinalissá*. Az érző- és mozgatórostok mellett a n. spinalisokban futnak a gerincvelő oldalszarávból származó efferens és a paravertebralis ganglionokban átkapcsoló afferens vegetatív rostok. A gerincsatornából a foramen intervertebrálékon lépnek ki. A *motoros egység* a spinalis motoneuronból, és a hozzá tartozó izomrostokból áll. A myelinizált gyors vezetésű A-rostok az izmokhoz haladnak, egy neurit kevesebb vagy több izomrostot idegez be.

Az izomtónus

Spasticitas

Az izomtónus akaratlan izomfeszülés. Szabályozásában mind a *spinalis* (monosynapticus reflexív, a gamma-hurok, spinalis polysynapticus reflexek), mind a *supraspinalis* (mozgató kéreg, mesencephalon, formatio reticularis és a vestibularis rendszer) szerkezetek részt vesznek.

Rigor

Spasticus tónusfokozódás A Br4 area, a szupplementer és praemotoros területek vagy összeköttetések együttes bántalma, valamint a cortico-spinalis és reticulospinalis pályák féloldali károsodása *praedilectiós*, (a felső végtagon flexiós, az alsón extenziós) - *Wernicke–Mann-tónusfokozódást* idéz elő (*tekintse meg a videót*). Féloldali gerincvelősérülés után az alsó végtagon flexiós tónusfokozódás, harántsérülés spasticus (extenziós-adductiós) paraparesis alakul ki.

Rigor-nak hívjuk az agonista és antagonisták fokozott tónusát, amely a végtagok minden irányú mozgásánál egyforma, a mozgás sebességétől független. *A rigor eredete* tisztázatlan. Parkinson-kórban az ínreflexek normálisak, ellentétben a centrális motoneuron laesióval, ahol fokozottak. *Az akineticus rigid syndroma ismérvei a hypo- és/vagy akinesis, bradykinesis és rigor.*

Az izomtónus csökkenése:

Okai:

- 1.) a hátsó gyök károsodás (discushernia által okozott kompresszió),
- 2.) a spinalis motoneuronok elektív kiesése (pl. Heine–Medin-kórban) bénulást, hypotoniát, areflexiát és atrophiát okoz,
- 3.) A perifériás kevert idegek bántalma (polyneuropathia, mononeuropathia, polyganglioradiculitis, Guillain–Barré-syndroma) (4) A mellső gyökér károsodása.



Vizsgálat

A mozgatórendszer vizsgálata során az izomzat tömegét (trophiáját), tónusát és erejét ítéljük meg.



Hypotrophia, atrophia

II./2.4.1. Az izmok trophiájának vizsgálata

Az izom trophiája a spinalis motoneuron épségéhez kötött. Az izom sorvad, ha motoneuronja károsodik. Toxikus (alkohol, cytostaticumok) és diabeteses neuropathia distalis túlsúlyú izomatrophiát okoznak. Centrális bénulásoknál hosszú idő múlva *inaktivitásos hypotrophia* alakul ki. A myopathiákban és dystrophiákban az izom lassan, általában szimmetrikusan fogy el.

Az izmok tömegének szimmetriáját a beteg spontán mozgása során figyeljük meg. Az izomfogyás asymmetriáját mérhetjük a lábszáron, a combon és a karokon körfogatméréssel, a nagyízületektől azonos távolságban (7, 14, 21 cm). Különös jelentősége van a vállövi, a csípő körüli izomzat és a distalis izomcsoportok összehasonlításának. A m. deltoideusok elülső és hátsó kötegének, a m. supraspinatusok és m. trapeziusok trophiáját az izmok tapintásával állapítjuk meg. A kis kézizmok atrophizálnak a perifériás idegek traumás sérülése után, motoneuron betegségekben és felszálló bénulásokban.



Hogyan vizsgáljuk az izomtónust?



Mi a különbség a spasticus és a rigoros tónusfokozódás között?

II./2.4.2. Az izomtónus vizsgálata

Az izomtónus vizsgálata során a beteg ellazított végtagjait passzívan mozgatjuk, a tónus csökkenését vagy növekedését az ellenállás alapján ítéljük meg. A felső végtagon a könyökben és a csuklóban flexiós-extenziós mozgást végzünk. Az alsó végtagok tónusát a háton fekvő beteg lábszára alá nyúlva vizsgáljuk úgy, hogy az alsó végtagot emeljük, térdben nyújtjuk és hajlítjuk. A lábfejet mozgató izmok tónusára a passzív dorsal- és plantarflexio során észlelt ellenállásból következtetünk.

- a.) A **spasticus tónusfokozódás** jellegzetessége az antigravitációs eloszlás - a felső végtagon flexiós, az alsó extenziós - és az, hogy az izomellenállás gyors mozdulattal történő legyőzése után a végtag *hirtelen behajlik (zsebkestünet)*. A spasmus lehet enyhe, közepes és súlyos fokú.
- b.) A **rigoros** végtagok passzív mozgatásának sebességétől független állandó ellenállást érzünk. Ha a mozgatott végtagot megállítjuk, az megőrzi a helyzetét (ólomcső-jelenség). A rigorra jellemző a *légpárnatiünet* – a háton fekvő beteg az előrehajtott fejt elengedés után csak lassan süllyeszti. Parkinson-syndromában a csukló és a könyök mozgásakor “fogaskeréktünet” észlelhető, ha a rigor tremorral társul.
- c.) **Hypotoniás** végtagok distalis részei a passzív mozgatóskor csapódnak, ha a kezét a csuklónál, a lábat a bokánál megfogva “lengetjük”. A tónus-csökkenés lehet enyhe, közepes vagy súlyos fokú (*flacciditás*).

II./2.4.3. Az izomerő vizsgálata

Vizsgáljuk (1) a tömeges *izomerőt* és (2) a végtagok finom beidegzését. A kezek szorítóerejének megítéléséhez keresztzett kezünk mutató- és középső ujját nyújtjuk a betegnek, és azt kérjük, hogy “*Szorítsa meg erősen az ujjaimat!*” A könyökhajlítók erejének vizsgálata: a beteget felszólítjuk, hogy karját hajlítsa, majd a vizsgáló egyik kezét a beteg vállára teszi, másik kezével pedig a beteg alkarját csuklónál megragadja. A betegtől azt kérjük, hogy “*tartsa meg a karját hajlított helyzetben, és ne engedje, hogy kinyújtsam!*” A karfeszítők erejét supinált alkaron nyújtott könyök mellett vizsgáljuk. Egyik kezünket a könyökhajlatba tesszük, a másikkal megkíséreljük az alkart behajlítani. A betegtől azt kérjük, hogy “*tartsa a karját feszítve, és ne engedje, hogy behajlítsam!*” A vállövi izmok abductorainak erejét vízszintesen tartott felkarok lenyomásának kísérletével vizsgáljuk álló betegen. A beteget arra utasítjuk, hogy “*Tartsa meg a karjait vízszintes helyzetben!*” Az adductorok erejét a törzshöz szorított felkarok távolításának kísérletével ítéljük meg úgy, hogy a vizsgáló két ökölbe zárt kezét a beteg az oldalához szorítja, és mi megpróbáljuk a karokat ellenállással szemben elemelni.

A lábfej extensorainak és flexorainak enyhe paresisét a lábujjhegyen és sarkon járatással tudjuk megítélni. A csípő körüli és gluteus izmok gyengesége guggolásból történő felállással vizsgálható.

Latens paresis



Mi a különbség a paresis és a plegia között?

Enyhe fokú izomerő-csökkenést a *latens paresis* próbákkal mutatunk ki. A *felső végtag latens paresisének* vizsgálata: A beteg előrenyújtja a karjait (fekvő helyzetben 45°-os, ülő helyzetben, derék-szögben), tenyerét felfelé fordítja, ujjait terpeszti. Paresis esetén az érintett felső végtag süllyed és pronál.

Az *alsó végtagok latens paresisének* próbái: (1) *Mingazzini-jel*: a hátán fekvő beteg térdben és csípőben hajlított végtagjainak megtartási kísérleténél a gyengült végtag süllyed, rendszerint a lábszár, mert centrális paresisben főként a distalis beidegzés károsodik. (2) *Barré-jel*: a beteg a hasán fekszik, a térdben 45°-ban hajlított lábszár a paresis oldalán süllyed.

Egészséges állapot leírása:

A vázizomzat tömege, tónusa és ereje testszerete megtartott. *Latens paresis sincs.*

Bénulások fokozatai és eloszlása

Plegiáról (paralysis) beszélünk, ha az izmok vagy végtagok akaratlagos mozgása hiányzik. *Paresis* az izomerő csökkenése, fokozatai: latens, enyhe, közepes és súlyos.

A bénulások eloszlása:

- 1.) *Hemiplegia* vagy *hemiparesis*: a végtagok féloldali bénulása,
- 2.) *Monoplegia* vagy *monoparesis*: egy végtag bénulása,
- 3.) *Paraparesis* vagy *paraplegia*: az alsó végtagok bénulása,
- 4.) *Quadriplegia/tetraplegia* vagy *quadriparesis/tetraparesis*: mind a négy végtagra kiterjedő bénulás,
- 5.) *Hemiparesis alternans* (alternáló bénulás): a laesio oldalán nuclearis (perifériás) agyidegbénulás, az ellenkező oldalon centrális jellegű mono- vagy hemiparesis ([tekintse meg a videót](#)).

A bénulások magassági diagnózisa:

- a.) A *mozgatókéreg* (Br4) körülírt károsodása ellenoldali distalis túlsúlyú flaccid bénulást okoz.
- b.) A *corona radiata* és a *capsula interna* károsodása ellenoldali spasticus hemiparesist okoz a száj körüli izmok és a nyelv érintettségével.
- c.) A corticospinalis pálya izolált károsodása a *pedunculus cerebri*ben és a pyramis *károsodása a nyúltvelőben* flaccid paresist, a leszálló rostok együttes károsodása viszont spasticus hemiparesist okoz.
- d.) A *pons basisának* egyoldali laesiója ellenoldali (tiszt) hemiplegiát/paresist okoz, gyakran az arc megkíméltségével,
- e.) kétoldali károsodásának következménye tetraparesis/plegia.
- f.) A nyaki gerinc egyoldali sérülése a CI-IV

magasságában azonos oldali spasticus hemiparesist okoz.

g.) A **thoracalis gerinc sérülése** azonos oldali alsó végtagi spasticus monoparesist, kétoldali sérülés spasticus paraparesist okoz.

h.) A **spinalis motoneuronok** és az **elülső gyökök** károsodásának következménye flaccid bénulás a megfelelő izmokban.