

2. RAZVOJ VIDNIH FUNKCIJA, ORGANA VIDA I VIDNOG KORTEKSA

2.1. POSTNATALNI RAST I RAZVOJ POJEDINIH DELOVA ORGANA VIDA I VIDNOG KORTEKSA

2.1.1. Postnatalni rast i razvoj očne jabučice

Na rođenju je očna jabučica veličine oko 17 mm. Do kraja prve godine ona raste do 20 mm dužine. Ostali porast, do 22 mm, nastaje do 6. godine života. Zakrivljenost rožnjače se smanjuje od 51 dioptrije, na rođenju, na 44 do 47 dioptrija, do 6. godine. Istovremeno, sočivo postaje tanje, i do 6. godine gubi 20 dioptrija od svoje ukupne prelomne moći. Sve ove promene se koordinirano razvijaju, tako da između pete i šeste godine 90% populacije postaje emetropno.

2.1.2. Postnatalni rast i razvoj retine

Novorođenče ima zonu bez štapića od približno 5-6 stepeni luka u prečniku. Ova zona se smanjuje po veličini, tako da u 45. mesecu po rođenju ta zona iznosi 2.6 stepeni luka, a kod odraslih 2.0 stepena luka. Istovremeno, čepići u toj zoni postaju gušće pakovani. Gustina čepića u fovei već petog dana po rođenju iznosi 36000/mm², da bi već u 45 mesecu života njihov broj porastao na 108000 čepića/mm². Kod odraslih taj broj raste na 208000 čepića/mm².

ća/mm². Kako čepići postaju sve gušće pakovani tako trpe i morfološke promene. I unutrašnji i spoljašnji segment čunika postaju duži i tanji.

Unutrašnji segment čepića na rođenju je dimenzija 6 mikrometara širine i 9 mikrometara dužine, da bi u 45 mesecu života njihova širina bila 2 mikrometra a dužina 26 mikrometra. Kod odraslih dimenzije čepića su 2 mikrometra širine i 30-35 mikrometara dužine.

Spoljašnji segment čepića trpi slične promene. Neposredno po rođenju, njegove dimenzije su 1.5 mikrometara širina i 3 mikrometara dužina. U 45. mesecu života iznosi 1 mikrometar u širini i 30 mikrometara u dužini, dok je kod odraslih 1.0 mikrometar širok a 45 mikrometara dugačak.

Izduživanje čepića je značajno jer tako oblikovani mogu da apsorbiraju veći deo svetlosti koji pada na retinu. Sužavanje receptora omogućava da proporcionalno manji objekat čija slika pada na retinu pokriva isti broj receptora. Oba ova faktora su odgovorna za povećanje vidne oštine tokom prve godine života. Teoretski maksimalna vidna oština je određena brojem receptora po jedinici površine. Zato je maksimalna rezolucija na kraju prve godine 7-10 ciklusa po jedinici luka, a kod odraslih 40 ili više ciklusa po jedinici ugla. Zato je vid kod odraslih često iznad normalne vidne oštine, a kod odojčeta (malog deteta) je ispod normalne vidne oštine.

Maksimalna vidna oština zavisi i od ćelija korteksa. Impulsi sa receptora idu do bipolarnih ćelija, a potom do ganglijskih koje impuls sprovode do primarnih subkortikalnih centara (pulvinar thalami, corpus geniculatum laterale i colliculus superior). Horizontalne ćelije povezuju lateralno fotoreceptore sa amakrinim i bipolarnim ćelijama.

Ove lateralne veze imaju zadatak da pomažu u obradi informacija koje idu sa fotoreceptora i njegovih najbližih formacija na jednu bipolarnu i jednu ganglijsku ćeliju ima direktnu vezu sa susednim receptornim poljima preko pomećanih horizontalnih veza. Ove horizontalne veze omogućavaju da okolna receptorna polja na određeni stimulus reaguju inverzno. Stimulus koji zahvata centralno polje receptivnog područja može da bude ili ekscitirajući ili inhibirajući. Stimulusi koji idu ka okolnim receptornim ćelijama su suprotni onom u centralnoj arei t. j. oni su ili inhibirajući ili ekscitirajući. Ovi mehanizmi kojima se modifikuje delovanje stimulusa na retinu nisu prisutni na rođenju. Odgovarajuće sinapse se formiraju tokom prvog meseca života. Retinalne ćelije i njihova receptorna polja sazrevaju ranije u odnosu na one u primarnim subkortikalnim centrima (pulvinar thalami, corpus geniculatum laterale i colliculus superior), a ove, pak, sazrevaju ranije od ćelija u vizuelnom korteksu.

2.1.3. Postnatalni rast i razvoj vidnog korteksa

Ćelije u vidnom korteksu su specifične po tome što mogu da odgovore na kompleksnije stimulse, kao što su orijentacija, pokret ili dubina. One mogu da reaguju na stimulse koji potiču od jednog ili oba oka. Raspored ćelija korteksa je u nizu, tako da ćelije sa sličnim osobinama nastoje da leže iznad ili ispod jedna drugoj. Većina naših sadašnjih saznanja potiče od eksperimenata na životinjama, iako se principi sa eksperimenata na životinjama ne mogu linearno prenositi na ljude. Na primer, jedna od specifičnosti koja karakteriše ljude je činjenica da u ranom razvoju u nervnom sistemu nastaje difuzno veliki broj sinapsi i

povezivanja koja se remodeliraju prema genetskim faktorima i faktorima koji utiču na razvoj. Vidni sistem je pravi primer za ovakva događanja.

Sposobnost ćelija da reaguju na specifične stimulse u vidnom korteksu i povezivanje ćelija u niz sposoban da primi specifične stimulse razvijaju se postnatalno. Na rođenju od desnog i levog oka sinapse idu ka istim neuronima u četvrtom sloju vidnog korteksa. Tokom prvih nedelja života se sinapse izdvajaju, tako da se razlikuju sinapse za desno i za levo oko. Kada su sinapse iste za oba oka onda su one odgovorne za binokularne funkcije. Kod majmuna su 80% kortikalnih ćelija u vidnom korteksu odgovorne za binokularne funkcije. Kod novorođenčeta specifični nizovi ćelija u vidnom korteksu koji su odgovorni za pojedine funkcije nastaju od četvrtog do šestog meseca postnatalnog razvoja. Buduća sazrevanja ovih nizova ćelija i nastajanje novih sinapsi se događa tokom nekoliko narednih meseci.

2.2. POSTNATALNI RAST I RAZVOJ VIDNIH FUNKCIJA

U ovom poglavlju ćemo govoriti o normalnom razvoju vidnih funkcija.

2.2.1. Postnatalni rast i razvoj vidne oštine

Novorođenče može da vidi odmah po rođenju, ali ipak znatne promene koje poboljšavaju vidnu funkciju nastaju posle rođenja. Vidna oština raste rapidno tokom prvih nekoliko meseci života zbog sazrevanja retine i vidnog korteksa, promena u dužini oka i njegovom refraktivnom

statusu. Ispitivanjem vidnih evociranih potencijala u elementarnom optičkom centru (arei strijati) na stimulse koji se prezentuju oku u vidu belih i crnih linija različite veličine dobijani su bioelektrični odgovori koji potiču od elementarnog optičkog centra. Na ovaj način ispitivano novorođenče je davalo odgovor koji bi odgovarao vidnoj oštini od 0.1. U šestom mesecu je vidna oština ispitivana ovom metodom odgovarala vidnoj oštini od 0.2-0.3 po Snellenovim tablicama. U 12. mesecu je vidna oština ispitivana na ovaj način odgovarala vidnoj oštini po Snellenovim tablicama od 0.6-0.7. Tokom druge godine vidna oština sazreva do punog obima.

Odrasli mogu da vide trideset linija po jedinici luka odnosno 30 crno-belih ciklusa po jedinici luka, a to odgovara vidnoj oštini od 1,0 po Snellenovim tablicama što se smatra normalnom vidnom oštrinom.

Ukoliko se koriste drugi testovi, kao što je test raznavanja dobijaju se rezultati koji pokazuju da se pun obim vidne oštine razvija u trećoj godini života deteta. Snelenove testove je moguće primenjivati tek od treće godine života.

Binokularna sumacija i razlika u ispitivanju vidne oštine monokularno i binokularno uočava se od šestog meseca života pa na dalje. Promene nastaju u veličini očne jabučice, rožnjače i sočiva, a druge u sazrevanju fotoreceptora u fovei. Takođe postoje promene i u razvoju ćelija u moždanoj kori i neuralnim vezama.

Dok nastaju ove anatomske promene, istovremeno nastaje i sazrevanje različitih vidnih funkcija. Njihovo sazrevanje se događa u različitim stadijumima postnatalnog rasta. Njihov razvoj je u najširem smislu povezan sa normalnim razvojem vidne oštine. Na primer, ako nastane kongenitalna katarakta koja će sprečiti nesmetan prolaz svetlosti kroz vidnu osu neće se razviti različite funkcije u

pravo vreme i u pravoj sekvenci (simultana percepcija, fuzija, binokularni vid).

2.2.2. Postnatalni razvoj kontrastne osetljivosti

Kontrastna osetljivost kod novorođenčadi je ispitivana upotrebom vidnih evociranih potencijala. Beležen je odgovor vidnog korteksa na različite nivoe kontrasta crno-belih linija na manjim i većim prostornim frekvencijama. Prvi odgovori na različite kontraste se dobijaju već od 5. nedelje života. Porast osetljivosti u svim prostornim frekvencijama raste tokom prva tri meseca života bržim tempom koji posle trećeg meseca opada sve do dvanaestog meseca života. Važno je napomenuti da se rezultati ovih merenja razlikuju kada se koriste različiti testovi.

2.2.3. Postnatalni razvoj stereoskopskog vida

Odojče počinje da primećuje stimulus u dubini, sa istovremenim prikazivanjem stimulusa u blizini, između trećeg i petog meseca života. Kod odojčadi ženskog pola stereoskopski vid se razvija ranije u odnosu na muški pol. Razvoj stereoskopskog vida zavisi od razvoja vidne kore. Deca starosti tri do četiri godine ne mogu da daju odgovore vezane za pun obim stereoskopskog vida koji imaju odrasli.

2.2.4. Postnatalni razvoj kolornog vida

Novorođenče može već u drugom mesecu života (ni kako ranije) da raspozna crvenu i zelenu boju i, mnogo manje izraženo, plavu, od jednako osvetljene crno-bele

podloge. Nivo osetljivosti na ove talasne dužine vidljivog spektra je mnogo niža nego kod odraslih. Kalendar razvoja kolornog vida kao i postizanje njegovog punog obima kojim raspolažu odrasli za sada nije poznat.

2.2.5. Postnatalni razvoj orijentacije i pokreta

Novorođenčad mogu da već po rođenju uoče predmete koji se sporo kreću. Predmet koji se kreće sporije od pet stepeni luka u sekundi daje odgovor u vidnim evociranim potencijalima odojčeta starog deset nedelja. Brže kretnje cilja od dvadeset stepeni luka u sekundi daje odgovor već u trinaestoj nedelji života. Kod normalnih odojčadi se registruje bolje uočavanje pokreta ukoliko se cilj kreće od temporalnog ka nazalnom delu vidnog polja, nego ako se kreće od nazalnog ka temporalnom delu vidnog polja. Ova razlika nestaje između trećeg i petog meseca života. Sposobnost odojčeta da uoči različito orijentisane linije uočava se već u prva tri meseca života, pozitivnim odgovorom na vidnim evociranim potencijalima.

2.2.6. Postnatalni razvoj položaja očiju

Ortoforija je sposobnost očiju da prate objekat foveama oba oka. Većina novorođenčadi su sa ortoforijom na rođenju. Kod nedonesene dece češće se viđa tranzitorni konvergentni i divergentni strabizam koji nestaje do četvrtog meseca života. Posle tog meseca ortoforija je normalna.

2.2.7. Postnatalni razvoj vidnog polja

U ispitivanju vidnog polja novorođenčeta korišćena je statička i kinetička perimetrija. Obe tehnike pokazuju da se monokularno vidno polje rapidno širi tokom prve godine. U drugom mesecu života obim vidnog polja iznosi oko 30% vrednosti širine vidnog polja odraslih osoba. U 7-8 mesecu života vidno polje ima obim 75-80% vidnog polja odraslih osoba. Uпотrebom kinetičke perimetrije uočava se istovremeno sazrevanje temporalnog i nazalnog dela vidnog polja. Uпотrebom statičke perimetrije nazalno vidno polje sazreva sporije od temporalnog, mada oba vidna polja pokazuju vrednosti vidnog polja odraslih osoba posle osmog meseca života. Ova razlika u razvoju nazalnog i temporalnog dela vidnog polja verovatno potiče od razlike u sazrevanju ganglijskih ćelija retine.

Literatura

1. Taylor D., Pediatric ophthalmology. Blacwel Scientific Publications, Oxford, 1990.
2. Idrees F., Vaideanu D., Scott F., Sowden J., Khaw P. A., Review of Anterior Segment Dysgenesis, Survey of Ophthalmology, Vol 51, 3, 213-231, 2006
3. Daw N. Visual development. Plenum Press. New York, 1995.
4. Saunders K. Early refractive development in humans, Survey of Ophthalmology, Vol 40, 3, 207-216, 1995.
5. Simons K. Early visual development: normal and abnormal. Oxford Universiti Press, Oxford, 1993.

6. Blagojević M., Litričanin O. Oftalmologija, Medicinska knjiga, Beograd - Zagreb, Beograd, 1989.
7. Cvetković D., Kolomi vid kod glaukoma, Medicinski fakultet, magistarski rad, Beograd, 1966.
8. Grastić L. i sar., Sistematski strabološki pregled u male dece (Senium i oko strabizam i ambliopija), Drugi kongres oftalmologa Srbije, Vrnjačka Banja, 1995.
9. Hentova-Senčanić P. Korelacija promena u vidnom polju i ekskavacije pupile kod simpleks glaukoma. Beograd, Magistarski rad, Medicinski fakultet, 153, 1983.
10. Kostenbaum A. Clinical methods of neuroophthalmologic examination, ed. 2, New York, Grune & Stratton, inc., p. 237. 1961.
11. Kovalevskij L. Profilaktika slabovidenija i slepoti u detej, Medicina, Moskva, 1991.
12. Noorden G., Binocular vision and ocular motility, Mosby-Year Book, Miissouri, USA, 1996.
13. Stankov B., Cvetković D., Sistematski oftalmološki pregledi u prevenciji slabovidosti i razrokosti. Zbornik rezimea-Abstracts, VIII Kongres preventivne medicine Jugoavoslavije sa međunarodnim učešćem Beograd, 1995 (280)
14. Stankov B., Bjelajac S., Stanković B., Okulomotorni poremećaji kod miopije, 1997, Kongres oftalmologa Srbije.