



Modul 10
FPG 122-Ilmu Perkembangan Gerak

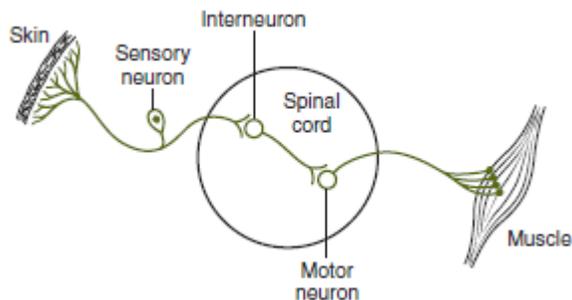
Materi 10
Perubahan Sistem Sensoris

Disusun Oleh
Wahyuddin

UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2020

Pendahuluan

Indra kita memfasilitasi dalam cara berkomunikasi dengan dan dunia di sekitar kita. Lingkungan termasuk biofisik dan sosiokultural yang mempengaruhi outcome gerak (gambar1).



Gambar 1. Faktor-faktor pengaruh outcome gerak

Karena sistem sensorik merupakan bagian dari sistem saraf, sistem sensorik dan motor memiliki tujuan yang sama untuk menghasilkan gerak. Input sensorik membantu proses pembelajaran gerak dengan memberikan umpan balik untuk akurasi gerakan, seperti dalam meraih atau bergerak ke arah objek yang diinginkan dan juga sistem sensorik penting untuk gerakan fungsional.

Karakteristik Sistem Sensorik

Sensasi memerlukan stimulasi aferen dari lingkungan internal dan eksternal tubuh. Indra memantau proses internal yang berkaitan dengan fungsi-fungsi vital seperti bernapas, makan, tidur, dan eksresi. Input sensorik melalui reseptor khusus. Beberapa jalur relay informasi dari hanya satu jenis reseptor sensorik seperti mekanoreseptor; orang lain membawa informasi tentang nyeri dan suhu. Semua sistem sensorik memiliki kemampuan untuk mengubah suatu jenis energi (stimulus) menjadi sinyal listrik, kode untuk kualitas tertentu stimulus, topografi diwakili di tingkatan sistem saraf, mengintegrasikan informasi antara satu atau lebih sistem sensorik.

Indera somatik

Sentuhan, suhu, nyeri dan kesadaran posisi sendi (proprioception) disampaikan melalui mechanoreceter, thermoreceptors dan nociceptors. Sentuhan dan proprioception berkontribusi terhadap pengembangan skema tubuh dan kesadaran

gerak. Sentuhan mendefinisikan batas-batas tubuh dan menyediakan informasi tentang orang dan benda-benda di lingkungan. Suhu mendeteksi untuk memastikan kelangsungan hidup dan fungsi fisiologis yang efisien bagi tubuh. Nyeri melindungi tubuh dari terlalu banyak tekanan, duduk terlalu lama di satu posisi, dan dari over exposure sinar matahari, salju atau bahan kimia. Reseptor somatik menyampaikan informasi terkait tekanan, getaran, suhu, nyeri, dan beberapa informasi proprioceptive terkait tubuh.

Free nerve-ending ditemukan di kulit, otot, sendi, dan viscera. Nociceptors ini menyampaikan informasi stimulasi yang membahayakan tubuh. Dengan demikian, mereka dapat merespon stimulus mekanik baik di kulit atau di periosteum, dinding arteri, dan permukaan sendi. Thermoreception juga terjadi dengan mengaktifkan free nerve ending. Thermoreceptors mendeteksi panas dan dingin dengan menanggapi perubahan dalam tingkat metabolic relatif terhadap perubahan suhu aktual di udara. Suhu panas atau dingin yang ekstrim dapat dideteksi sebagai nyeri melalui stimulasi reseptor nyeri selain receptor terhadap temperatur.

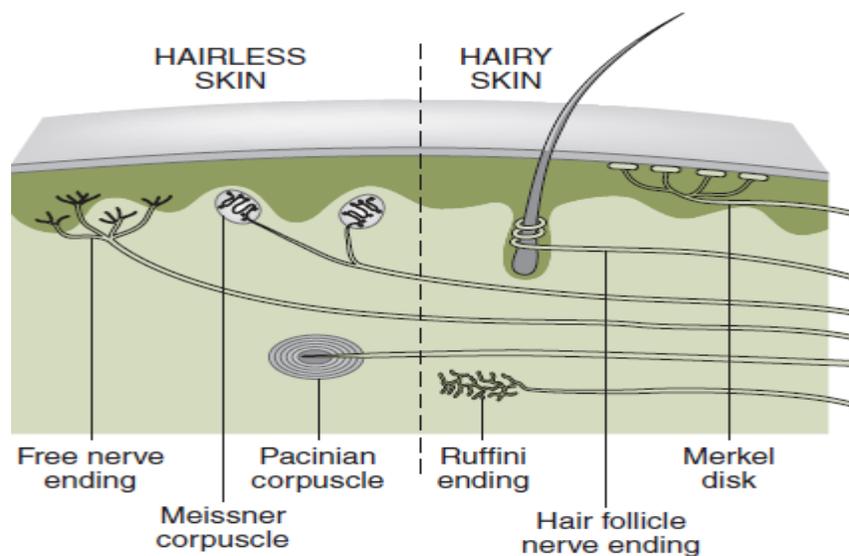
Sebagian besar mekanoreseptor seperti Pacinian corpuscles, Meissner corpuscles, Merkel disks, dan Ruffini endings. Pacinian corpuscles berperan terhadap vibrasi dan perubahan mekanik pada jaringan, serta ditemukan pada kulit dan sendi. Meissner corpuscles sensitif terhadap sentuhan ringan dan vibrasi, serta Merkel disks merespon terhadap tekanan yang terdapat pada kulit dengan jumlah bulu banyak dan yang lain pada kulit dengan jumlah bulu sedikit. Ruffini endings memberikan informasi terkait stretch pada kulit dan sendi.

Muscle spindles dan golgi tendon organ adalah contoh mekanoreseptor yang juga diklasifikasikan sebagai proprioceptors. Proprioseptif mendeteksi posisi tubuh dan dapat ditemukan di bagian vestibular telinga juga seperti otot, tendon dan sendi. Muscle spindles sensitif terhadap peregangan dan memberikan informasi tentang panjang otot dan kecepatan kontraksi. Kesadaran gerak sendi atau kinesthesia dengan rasa gerak sendi secara kolektif disebut sebagai proprioception.

Reseptor posisi sendi merelay informasi penyudutan sendi terutama pada akhir rentang gerak. Lebih dari setengah dari persarafan otot menyampaikan informasi dari dan ke muscle spindles yang merupakan sumber utama informasi proprioseptif tubuh.

Muscle spindle memberikan umpan balik sensoris selama gerakan refleks dan yang disadari.

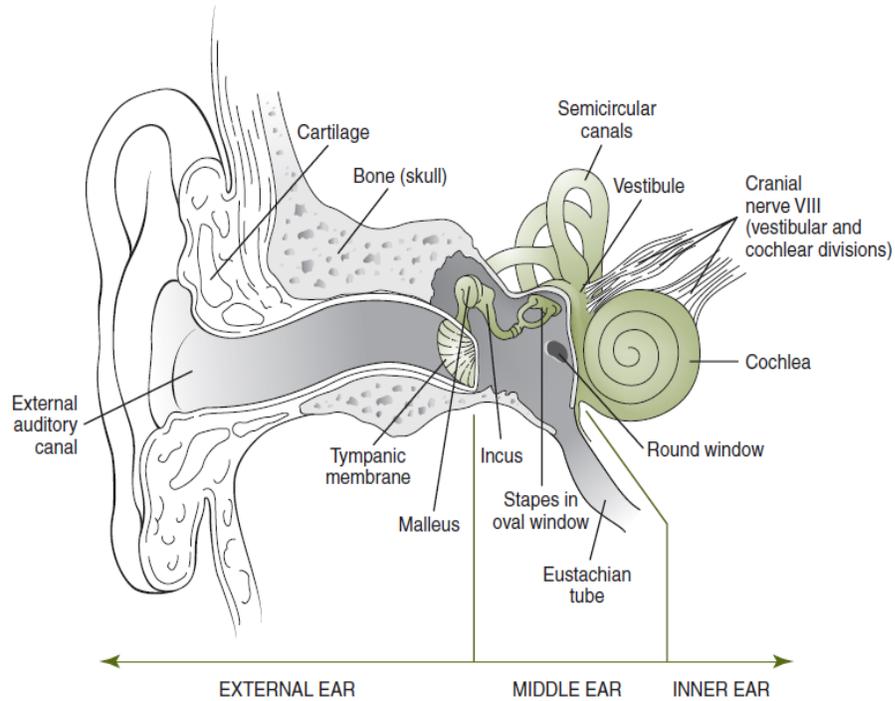
Golgi organ tendon, terletak pada tendon otot, mendeteksi ketegangan yang dihasilkan oleh kontraksi atau peregangan otot itu dan perlindungan otot dari kerja berlebihan dengan cara menginhibisi atau menghentikan kontraksi. Artikular reseptor ligamen dan kapsul sendi juga menyediakan informasi proprioseptif. The pacinian corpuscles merespon stimulasi mekanik selama gerakan, sedangkan Ruffini endings menjadi aktif ketika sendi bergerak secara ekstrim. Berbagai reseptor sensoris kulit ditampilkan dalam gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Reseptor Sensoris pada Kulit

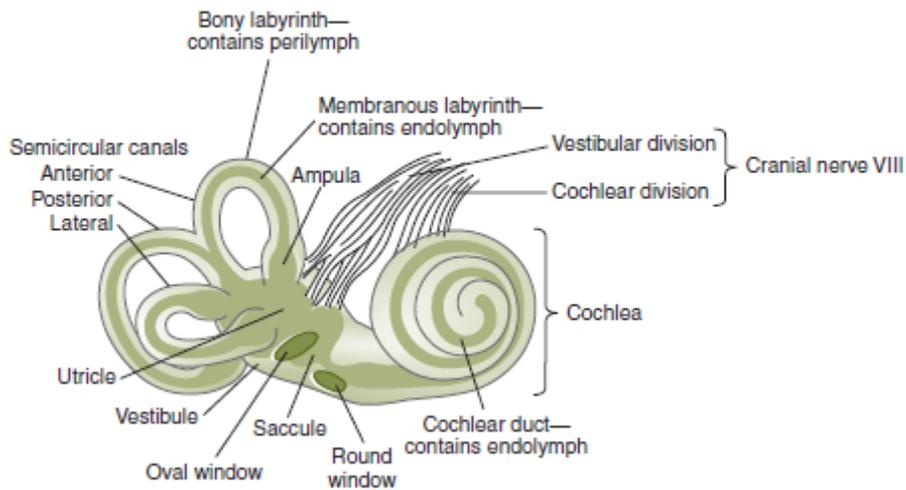
Vestibular

Telinga adalah bagian yang sangat penting untuk rasa gerakan serta indera pendengaran. Input relay sistem vestibular meliputi hubungan tubuh terkait gravitasi, posisi dan gerakan kepala. Reseptor vestibular terletak di telinga bagian dalam seperti pada gambar 3 berikut ini.



Gambar 3. Anatomi Telinga

Jika dilihat lebih spesifik maka anatomi vestibular digambarkan pada gambar 4 berikut ini:



Gambar 4. Anatomi Vestibular

Indra Khusus

Penglihatan, pendengaran, rasa dan pembau dianggap sebagai indra khusus. Khusus reseptor ditemukan di mata, hidung, telinga, dan lidah khusus dan unik

dirancang untuk mendeteksi cahaya, suara, rasa dan bau. Penglihatan berupa ketajaman dan kemampuan untuk fokus pada objek dekat dan jauh (accommodation) adalah fungsi struktur mata. Pendengaran dimungkinkan karena gelombang suara dirubah menjadi getaran di telinga. Suara ditangkap oleh telinga eksternal dan disalurkan ke gendang telinga, atau membran tympanik.

Rasa dan bau terlibat dalam fungsi-fungsi vital makan dan pembau. Zat-zat dalam mulut memasuki pori-pori rasa dan berinteraksi dengan membran-membran reseptor rasa. Kemudian stimulus kimia ditransduksikan ke dalam sensasi rasa. Selera ditemukan dalam struktur kulit khusus yang disebut papila, yang dipersarafi oleh cabang dari saraf kranial VII, IX dan X. Tiga jenis papila yang berbeda hadir pada manusia dan terletak di bagian yang berbeda dari lidah, langit-langit lunak dan epiglottis.

Bau adalah arti khusus paling primitif. Bagian ini memiliki koneksi langsung ke limbik, atau emosional, sistem serta untuk korteks. Reseptor penciuman adalah struktur sederhana kompartemen-cakap ditemukan di mukosa penciuman. Penciuman rambut, atau Silia, terproyeksi ke lendir, bereaksi terhadap bau, dan merangsang sel penciuman. Sebagai neuron bipolar, reseptor penciuman adalah neuron sensorik.

Peran sensasi dalam persepsi organisasi didefinisikan sebagai kemampuan membuat penggunaan informasi sensorik. Definisi yang kemudian menjelaskan bahwa informasi sensorik dari dalam tubuh dan dari tentang konsep didaktik matematika-environment diproses untuk memungkinkan individu untuk bergerak secara efektif dalam lingkungan. Integrasi sensorik adalah fenomena adaptif yang terjadi di dalam konteks tugas tertentu dan lingkungan.

Struktur kortikal dan subkortikal berpartisipasi dalam sensori integrasi. Asosiasi sistem cortices, talamus dan batang otak retikuler dapat memproses, memperkuat atau meredam, dan langsung informasi sensorik ke area lain dari otak. Thalamus merelay stimulus sensorik korteks dan asosiasi bidang yang sesuai untuk merencanakan respons. Interpretasi dari stimulus terjadi pada korteks sensorik primer.

Perubahan dalam Rentang Kehidupan

Periode Prenatal

Indera sentuhan, pembau dan perasa siap untuk berfungsi saat lahir, dengan myelination dari jalur saraf mereka masing-masing. Indra vestibular, visual dan pendengaran mampu berfungsi pada kelahiran namun memerlukan waktu tambahan dan pengalaman lingkungan untuk menyelesaikan myelination dan pematangan jalur. Sistem sensorik yang berkembang dalam rahim dalam urutan berikut: sentuhan, vestibular, bau, pendengaran, penglihatan, rasa, dan proprioception.

Indera Somatik

Pada usia 7,5 bulan, janin mulai merespon terhadap sentuhan. Pada kehamilan 17 minggu, sensasi kulit menyebar ke seluruh tubuh kecuali bagian atas dan belakang kepala. Muscle spindle mulai terdifferensiasi pada kehamilan 11 dan 12 minggu. Begitu juga dengan golgi tendon organ yang terdifferensiasi sampai 16 minggu kehamilan dan Pacinian corpuscles pada bagian distal ekstremitas pada usia 20 minggu

Ujung saraf sensorik mampu menginformasikan nyeri seluruh tubuh pada janin pada usia 20 minggu kehamilan. Namun, janin tidak menyadari rasa sakit karena jalur dari sumsum tulang ke korteks tidak lengkap. Jalur ini menghubungkan ke thalamus dan pada minggu ke 24-26, persepsi kortikal mulai terjadi sehingga nyeri mungkin dirasakan. Dan akhirnya nociceptive berkembang sempurna pada kehamilan minggu ke 37.

Vestibular

Proses pada sistem vestibular dimulai dengan penebalan ectoderm, atau epibranchial di telinga di awal minggu keempat kehamilan. Epibranchial adalah organ-organ indera yang paling umum. Kanal berbentuk setengah lingkaran, utricle, dan saccule benar-benar terbentuk pada minggu ke 9. Janin bergerak terus-menerus dalam rahim, dan vestibular menyediakan informasi tentang gerakan itu. Janin menunjukkan perubahan posisi tubuh.

Indra Khusus

Mata berkembang selama minggu keempat kehamilan dari epibranchial yang membentuk vesikula. Vesikula optik memproduksi optik, dari mana retina berasal. Sel-sel saraf retina berdiferensiasi menjadi 10 lapisan yang mengandung photoreceptors, badan-badan sel bipolar neuron, dan sel-sel ganglion. Fotoreseptor sangat berdekatan dengan lapisan pigmen. Oleh karena itu, cahaya harus melewati retina untuk mencapai reseptor neuron dalam korteks oksipital. Myelination dimulai sekitar 13 minggu kehamilan, dan refleks mata berkedip pada 6 bulan kehamilan.

Untuk pendengaran, ectoderm epibranchial vesikel terbentuk selama minggu keempat kehamilan. Sel-sel rambut terdiferensiasi pada usia kehamilan 16 minggu. Kemampuan mendengar dalam rahim mulai pada 24 minggu kehamilan dan konsisten sampai 28 minggu.

Bayi ke Anak

Perubahan fisiologis terjadi setelah kelahiran dalam sistem semua sensorik, sebagaimana dibuktikan dengan peningkatan kecepatan konduksi syaraf dengan myelination, redistribusi akson, dan peningkatan efektivitas synaptic.

Banyak studi tentang preferensi visual pada bayi telah menunjuk peran kebaruan dalam memperoleh perhatian dan memproduksi perilaku motor. Persepsi sensorik, yaitu kemampuan untuk melekatkan makna pada informasi sensorik, terjadi dari permulaan kehidupan extrauterine.

Indra Somatik

Persepsi sentuhan dan nyeri sangat penting untuk kelangsungan hidup bayi yang baru lahir. Tanggapan pertama untuk menyentuh merupakan respon difus yang umum, seperti gerakan acak lengan dan kaki. Sensasi sentuhan dapat dilokalisasi umumnya di 7 sampai 9 bulan.

Terkait suhu, bayi harus mengatur suhu tubuhnya sendiri pada saat lahir dan sensitif terhadap temperatur di udara. Tanggapan terhadap perubahan dalam suhu udara yang sering terlihat umum pada postur tubuh bayi.

Proprioception adalah dasar untuk tujuan gerakan seperti imitasi, mencapai dan penggerak. Hal ini digunakan untuk tindakan sangat awal setelah lahir, ketika sistem taktil dan vestibular berfungsi. Fakta bahwa bayi meniru membuka mulut dan lidah ditafsirkan sebagai pasangan dari input visual dan proprioseptif. Persepsi diri dalam bayi nampaknya tergantung pada sentuhan dan proprioception. Penelitian telah menunjukkan bahwa perilaku pada bayi tergantung pada kemampuan motorik dan proprioception dari pada kontrol visual.

Mencapai dan mempertahankan postur tegak tergantung pada kemampuan bayi untuk menafsirkan dan menanggapi informasi tentang tubuh, yang berasal dari input vestibular, visual, dan proprioseptif. Studi beberapa telah menunjukkan bahwa bayi menggunakan visi proprioceptif pada posisi duduk dan berdiri untuk menjaga postur.

Vestibular

Sistem vestibular mendefinisikan hubungan tubuh dengan gravitasi dan dimulai saat kelahiran. Banyak kegiatan awal bayi terkait untuk mencapai dan memelihara stabil postur melawan gravitasi. Sistem vestibular menyediakan koneksi fungsional dengan sistem visual oleh gerakan mata terkait gerakan kepala. Sensitivitas vestibular meningkat dari kelahiran dan mencapai puncak antara usia 6 dan 12 bulan. Setelah puncak ini, terjadi penurunan pada usia 2 ½ tahun dan penurunan lebih bertahap saat pubertas.

Indra Khusus

Bayi memiliki pola preferensi dan dapat mempertahankan perhatian jika stimulus cukup. Ketajaman visual saat kelahiran terus meningkat dengan usia. Awalnya bayi dapat melihat objek berwarna hitam dan putih. Pada usia dua bulan mampu melihat warna merah dan kuning, dan differensiasi warna secara keseluruhan pada usia 4 bulan.

Persepsi kedalaman dan ukuran mulai berkembang dengan kemampuan untuk menggunakan dua mata bersama-sama untuk melihat. Penglihatan memberikan informasi penting untuk mengontrol keseimbangan dan kepala. Persepsi kepekaan terhadap informasi visual meningkat pesat selama beberapa bulan pertama setelah

kelahiran. Kontrol kepala berkontribusi terhadap kemampuan bayi. Sebaliknya, fiksasi visual berkontribusi postural stabilitas kepala dan leher. Informasi visual digunakan untuk mengontrol postur bahkan sebelum bayi bisa duduk.

Perkembangan visual pada 2 tahun pertama kehidupan digambarkan pada tabel 1 berikut ini:

Visual Development First Two Years of Life

Age	Visual Development	Visual-Motor Behavior
Newborn	Focal distance 7-10 in 20/800 acuity	Hands fistled Doll eye Tracks toy to midline Prefers black and white
1 mo	Focal distance \geq 1-3 ft Frontal visual fields mature	Tracks 180 degrees Prefers face to object Tracks horizontally
2 mo	Accommodation develops Depth and size perception developing Dichromatic (red and yellow)	Unilateral hand regard Asymmetrical tonic neck reflex Hands open, manipulates red ring, swipes
3 mo	Head turning with eyes Binocular vision begins Improved visual attention	Strong visual inspection of hands at midline Mouths objects
4 mo	Sees in full color Well-developed binocular vision Accommodates over wide range of distances	Bilateral reach at midline Hits and shakes objects Instinctive grasp Holds one cube
5 mo	Vision directs grasp and manipulation	Turns head to follow vanishing object Raking; holds two cubes
6 mo	Adult accommodation 20/40 acuity	Tracks objects in all directions Transfers at midline Palmar grasp
7 mo		Transfers hand to hand Radial palmar grasp
8 mo	Macula more mature	Anticipates future position of objects in motion Reaches for hidden objects
9 mo		Radial digital grasp
10 mo		Recognizes object by seeing only part of it Inferior pincer grasp (9-12 mo)
12 mo	20/20 acuity	Follows rapidly moving objects Visually monitors hand play Neat pincer grasp
2 yr	Adult binocular vision	

Tabel 1. Perkembangan Visual dan Kaitan Perilaku Visuo Motorik

Terkait perkembangan pendengaran, pada saat lahir secara fisiologis bayi menanggapi suara dengan mengubah pola pernapasan atau detak jantung. Ambang batas sensorik sedikit lebih tinggi daripada orang dewasa. Perilaku bayi berupa wajah meringis, mata berkedip dan menangis dengan suara keras. Sistem pendengaran mengalami proses myelinisasi secara lengkap 1 bulan setelah kelahiran. Pada usia 3 bulan kepala dapat menoleh dengan baik ke sumber suara. Pada usia 2 tahun, keterampilan mendengar terkait produksi suara dan bahasa berkembang baik dan kemampuan mendengar menjadi semakin baik pada usia 3 tahun.

Indra perasa dan pembau merupakan hal yang sangat signifikan pada bayi baru lahir. Meskipun terkait dengan makan, indra ini juga terlibat dalam komunikasi orangtua dan bayi, kontrol pernapasan, dan kognisi. Indra perasa dapat membantu dalam modulasi asupan oral, serta koordinasi bernapas dan makan. Bayi dapat membedakan antara sensasi semua empat rasa utama tapi lebih suka menelan hal-hal yang manis.

Masa Kanak-Kanak dan Remaja

Perubahan sensorik terus berlanjut selama masa anak-anak dan remaja. Hal yang terjadi selama masa anak-anak adalah integrasi sensasi dan gerak. Proses persepsi lebih dari satu karakteristik stimulasi termasuk pengembangan kognitif dan bahasa sangat penting untuk membangun peningkatan kesadaran diri dan lingkungan sekitarnya.

Indra Somatik

Indra somatik sentuhan dan proprioception berlanjut mengalami perkembangan pada periode ini. Diskriminasi dua titik mulai berkembang pada usia 4 tahun. Anak-anak dapat mengidentifikasi objek yang akrab dengan sentuhan di usia 5 tahun. Pengetahuan tentang tubuh dalam ruang dan urutan gerakan yang harus direncanakan untuk setiap bentuk tugas motorik yang didasarkan pada interpretasi sesuai input taktil dan proprioseptif. Kemampuan untuk perencanaan motorik terjadi selama masa tersebut. Sensasi sentuhan dan proprioseptif juga memperbaiki perubahan skema tubuh remaja dan afektif tubuh.

Ketajaman kinestetik membaik dengan peningkatan usia. Ketajaman kinestetik adalah kemampuan proprioceptive untuk membedakan lokasi, jarak, berat badan, kekuatan, kecepatan dan percepatan pergerakan.

Vestibular

Respon vestibular perubahan drastis pada periode pra-remaja dan dewasa. Sensitivitas vestibular mengalami penurunan dari usia 2 ½ tahun ke pubertas. Periode stimulasi vestibular dimulai sekitar usia 6-8 bulan. Anak-anak memiliki respon yang lebih kuat untuk stimulasi vestibular dibandingkan orang dewasa.

Indera Khusus

Banyak aspek persepsi visual berkembang pada fase ini. Anak menunjukkan kemampuan untuk mengenali objek. Kemampuan untuk memisahkan gambar dari latar belakang, atau persepsi gambar meningkat seiring usia.

Persepsi visual yang berkaitan dengan identifikasi objek, gerakan, dan kinerja tugas mengikuti pola yang sama. Pada usia 5 tahun, anak-anak menunjukkan kemampuan untuk membedakan bentuk. Antara 5 sampai 10 tahun, anak-anak secara akurat melacak objek dan penilaian persepsi mengenai ukuran benda pada jarak yang berbeda pada usia 11 years. Dan tingkat persepsi kedalaman seperti orang dewasa dicapai di usia 12 tahun.

Pada usia 3-4 tahun, kebanyakan anak-anak telah menkonseptualisasikan dikotomi spasial dari atas/bawah, atas/bawah, depan/belakang, dalam/keluar. Begitu juga dengan urutan akuisisi arah spasial vertical-horizontal, diagonal/ oblique. Pengetahuan lingkungan spasial diperlukan untuk membangun program motorik yang efektif. Persepsi ruang dan kesadaran spasial diperlukan untuk keberhasilan pelaksanaan program motorik.

Anak-anak berusia 5 tahun dapat mengetahui sisi kanan tubuh dari sisi sebaliknya yang disebut sebagai konsep lateral berupa kesadaran internal kedua sisi tubuh. Ekspresi motoric secara lateral berkembang antara 6 dan 12 tahun. Kemampuan meniru gerakan terjadi pada usia 6 tahun. Pada usia 7 tahun, anak menggunakan tubuh sebagai referensi arah. Pada usia 10 tahun, anak dapat mengidentifikasi sisi kanan dan

kiri orang disebelahnya. Ia tidak lagi akan cermin gerakan tetapi akan bergerak lengan kanan ketika orang lain bergerak lengan kanan. Pada usia 12 tahun, anak dapat menggunakan kerangka acuan alami sehingga ia dapat menggambarkan bahwa matahari terbenam di sebelah barat.

Periode Dewasa dan Penuaaan

Informasi dari sistem sensoris yang berbeda terus dikombinasikan selama pada periode dewasa. Integrasi intersensory ini memungkinkan orang dewasa menggunakan isyarat visual dan pendengaran untuk peningkatan persepsi.

Indera Somatik

Beberapa orang dewasa menunjukkan penurunan kemampuan untuk mendeteksi sentuhan, getaran, proprioception, suhu, dan nyeri. Perubahan-perubahan struktural di kulit seperti hilangnya ketebalan dermal, penurunan transfer gizi, dan berkurangnya serat collagen dan elastin berkontribusi terhadap penurunan fungsi kulit. Secara fisiologis, tingkat pertumbuhan, respon penyembuhan, persepsi indra, dan thermoregulatory mengalami penurunan.

Reseptor-reseptor kulit bertanggungjawab terhadap persepsi tekanan dan sentuhan ringan yaitu Pacinian dan Meissner corpuscles mengalami pengurangan jumlah seiring dengan pertambahan usia. Pada dekade ke-9 jumlahnya berkurang menjadi 1/3 dari jumlah normal. Kedua reseptor tersebut secara morpologis juga mengalami perubahan structural. Dengan berkurangnya resptor tersebut umpan balik dari lingkungan juga menurun dan memungkinkan terjadinya gangguan pada respon keseimbangan.

Ketajaman taktil juga menurun dengan perubahan usia dimana ambang sentuhan di jari-jari orang dewasa yang lebih tua yang mengalami peningkatan 2½ kali dibanding pada dewasa muda. Begitu juga dengan ketajaman spasial misalnya pada diskriminasi dua titik juga menjadi terganggu seiring dengan pertambahan usia.

Salah satu gangguan sensorik yang paling umum pada orang dewasa tua adalah hilangnya sensasi getaran. Hal ini juga dipengaruhi oleh pengurangan Pacinian dan Meissner corpuscles. Respon terhadap getaran mulai menurun pada usia 50 tahunan

dimana lebih dominan pada ekstremitas bawah dibanding ekstremitas atas. Keseimbangan. Beberapa perubahan somatosensasi dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini:

Function	Receptor	Nature of Change
Touch/Pressure	Fewer free nerve endings ↓ number of pacinian corpuscles ↓ concentration of Meissner corpuscles	Significant increase in thresholds after age 40 years Lower thresholds in fingers than toes Light touch thresholds significantly increase in hands and feet Men are generally less sensitive than women
Vibration	↓ number of pacinian corpuscles ↓ concentration of Meissner corpuscles	Diminished vibration threshold Lower extremities more affected than upper extremities Greatest decline after 80 years
Proprioception (passive joint position)	↓ number of intrafusal fibers in the spindle ↓ in all joint receptor types	Decreased joint position sense in the big toe and ankle Thresholds for lower extremity joints twice as great after 50 years of age than before 40 years
Kinesthesia (active joint motion)	Alterations in distal sensory axons	Few age-related changes generally if minimal memory involved Age-related changes increase with greater memory demands

Tabel 2. Perubahan Beberapa Somatosensasi

Rasa posisi sendi juga mengalami penurunan terkait pertambahan usia terutama di ekstremitas bawah. Kontrol pengaturan suhu tubuh oleh hipotalamus yang berubah secara signifikan dengan usia. Efek penuaan pada persepsi rasa nyeri telah diamati selama beberapa tahun terakhir. Terdapat kesimpulan bahwa ambang nyeri meningkat.

Vestibular

Struktur sistem vestibular seperti sel-sel rambut menjalani degenerasi. Terdapat penurunan sel-sel rambut sekitar 20% sampai 40%. Perubahan saraf vestibular mulai terjadi secara dini pada usia 40 tahun. Pada usia 75 tahun, jumlah myelinasi serabut saraf vestibular mengalami penurunan hampir 40%.

Indera Khusus

Secara umum peningkatan ketajaman visual terjadi pada usia 20-an dan 30-an, tetap stabil dalam 40-an dan 50-an, dan kemudian menurun terutama usia antara 60 dan 80 tahun. Hal ini terjadi karena perubahan struktural di bagian optik mata

berkontribusi ini perubahan terkait umur dalam fungsi. Kornea dan lensa menebal, serta kelengkungan lensa berkurang. Beberapa perubahan tersebut ditampilkan pada tabel 3 berikut:

Function	Nature of Change
General	Decreased transparency of lens Decreased amount of light reaching the eye Decrease in number of macular neurons by almost half from 20 to 80 years
Visual acuity	Usually retained throughout life; slight decrease from 20 to 50 years More rapid decrease from 60 to 80 years; need more light to detect objects
Light adaptation	Sharp decline in ability to quickly adapt from dark to light environments after 40 years; dramatic decrease after 60 years
Contrast sensitivity	Three times as much contrast needed by older individuals as younger ones to perceive a coarsely structured target
Dark adaptation	Little or no change from 20 to 40 years Significant increase in time to adapt after 70; an 80-year-old requires 40+ minutes
Depth perception	Little or no changes to 60+ years Accelerated decrease from 60 to 75 years
Visual information processing	Older individuals are one-third slower than younger ones Significant decrease in peripheral and central information between 50 and 60 years

Tabel 3. Perubahan Fungsi Penglihatan Terkait Usia

Pada pendengaran, terjadi penurunan fungsi karena hilangnya sel sensorik dalam telinga bagian dalam atau, lebih khusus lagi, organ Corti. Perubahan-perubahan struktural yang berkontribusi berkaitan dengan usia pendengaran termasuk degenerasi sel-sel rambut di dasar koklea, degenerasi sel-sel saraf di spiral ganglia, atrofi jaringan pembuluh darah dan penghubung yang terkait, dan hilangnya neuron

Sensasi perasa dan pembau sering dikaitkan dengan persepsi dari cita rasa makanan. Berkaitan dengan usia dapat menyebabkan anoreksia dan asupan makanan lebih sedikit. Kepekaan terhadap rasa dan bau dapat mengalami penurunan pada usia 60 tahun dan mengalami perubahan paling cepat pada usia 70.

Implikasi Fungsional

Gangguan sensorik setiap satu sistem selama perkembangan awal dapat menyebabkan kesulitan dalam fungsi. Misalnya gangguan pendengaran dapat mempengaruhi perkembangan motorik dan keseimbangan.

Efek dari defisit dalam taktil, vestibular, dan sistem proprioceptive pada terkait dengan skema tubuh, kesulitan dalam perencanaan motorik, atau sekuensis gerakan dan keseimbangan. Informasi sensorik digunakan untuk mempelajari gerakan. Kemampuan untuk memproses informasi sensorik dan dengan demikian mengintegrasikannya dengan gerakan dalam cara yang terencana dan terorganisir penting untuk koordinasi motorik.

Kesimpulan

Input sensorik masukan memainkan peran penting dalam pembelajaran dan kehalusan gerakan. Integrasi input sensorik dan asosiasi-koordinasi informasi sensorik dan motor membentuk dasar dan persepsi. Input sensorik masukan dari lingkungan eksternal membentuk koneksi sinaptik. Thalamus adalah stasiun relay yang mengarahkan aliran informasi sensorik ke cortices. Semua sistem sensorik memiliki karakteristik serupa transduksi dan pengkodean serta dan integrasi di semua tingkatan dari sistem saraf.

Referensi

- Shumway-Cook A, Woollacott MH: Motor control: theory and practical applications, ed 2, Baltimore, 2007, Williams & Wilkins.
- Ferber-Viart C, Ionescu E, Morlet T, et al: Balance in healthy individuals assessed with Equitest: maturation and normative data for children and young adults, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 71:1041–1046, 2007.
- Guyton AC, Hall JE: Textbook of medical physiology, ed 11, Philadelphia, 2006, WB Saunders.
- Shaffer SW, Harrison AL: Aging of the somatosensory system: a translational perspective, *Phys Ther* 87:193–207, 2007.
- Fitzgerald M, Walker SM: Infant pain management: a developmental neurobiological approach, *Nat Clin Pract Neurol* 5(1):35–50, 2009.
- Nandi R, Luxon LM: Development and assessment of the vestibular system, *Int J Audiol* 47:566–577, 2008.

Wickremaratchi MM, Llewelyn JG: Effects of ageing on touch, *Postgrad Med J* 82:301–304, 2006.

Perry SD: Evaluation of age-related plantar-surface insensitivity and onset age of advanced insensitivity in older adults using vibratory and touch sensation test, *Neurosci Lett* 392:62–127, 2006.

Sturnieks DL, St George R, Lord SR: Balance disorders in the elderly, *Neurophysiol Clin* 38(6):467–478, 2008.

Schiffman SS: Effects of aging on the human taste system, *Ann N Y Acad Sci* 1170:725–729, 2009.

Morgan CM, Winter SM, Classen S, et al: Literature review on older adult gender differences for driving self-regulation and cessation, *Top Geriatr Rehabil* 25(2):99–117, 2009.

Lewis TL, Mauer D: Effects of early pattern deprivation on visual development, *Optom Vis Sci* 86:1–7, 2009.

Ryskulova A, Turczn K, Makuc DM, et al: Self-reported age-related eye diseases and visual impairment in the United States: results of the 2002 national health interview study, *Am J Pub Health* 98(3):454–461, 2008.