

Mengoptimalkan Stimulasi dan Meminimalkan Cedera Sel Purkinje Cerebellum Dalam Menjaga dan Meningkatkan Kualitas Gerak Keolahragaan

Saichudin

Universitas Negeri Malang

Abstract: abstract: brain (cerebellum) consists of three important part of vestibuloserebelum, spinoserebelum, and sereroserebelum. All three play a role in maintaining the balance of the human body, espically the coordination of muscle movements and eye movements, if one part of the brain is damage, there will be dysfunction in the the cerebellum can cause various diseases, such as ataxia, asinergis, tremor, and other. This can result reduced verbal ability in children. To reduce the cerebellum dysfunction can be stimulated through tradisional games, such congklak, gobak sodor, sack race and hompimpa.

Abstrak: otak kecil (*cerebellum*) terdiri dari tiga bagian penting yaitu vestibuloserebelum, spinosebelum, dan Sererosereblum. Ketiganya memegang peran dalam menjaga keseimbangan tubuh manusia terutama koordinasi pergerakan otot dan gerakan mata , jika salah satu bagian dari otak mengalami kerusakan maka akan terjadi disfungsi yang dapat mempengaruhi kinerja dari otak kecil. Disfungsi pada serebellum dapat menimbulkan berbagai penyakit, seperti ataksia, asinergis, tremor, dan lain-lain. Hal ini dapat mengakibatkan menurunnya kualitas gerak dalam keolahragaan. Untuk mengurangi disfungsi serebellum dapat distimulasi melalui permainan tradisional, diantaranya congklak, gobak sodor, balap karung, hompimpa.

Kata Kunci: sel purkinje cerebellum, piramidalis, ekstrapiramidal, kualitas gerak

Sel Purkinje Cerebellum bagian dari cerebellum, bersama dengan basal Ganglia sel purkinje ini bekerja menghaluskan gerakan pada alur gerak system ekstrapiramidal. Sistem ekstrapiramidal merupakan jaringan saraf yang terdapat pada otak bagian sistem motorik yang mempengaruhi koordinasi dari gerakan. Sistem ekstrapiramidal ini bertujuan untuk lebih menghaluskan gerakan yang terstruktur. Susunan extrapiramidal terdiri atas komponen-komponen, yakni korpus striatum, globus palidus, inti-inti talamik, nukleus subtalamikus, substansia nigra, formasio retikularis batang otak, serebelum beserta korteks motorik tambahan, yaitu area 4 yaitu gerakan tunggal tubuh, area 6 α kemampuan motorik tunggal dan 6 β membalikkan

tubuh, menolehkan kepala dan seterusnya, dikendalikan secara halus oleh sel purkinje. Kesimpulan: untuk meningkatkan kualitas gerak perlu stimulasi sel purkinje dalam gerak involunter, menjaga keseimbangan peran neurotransmitter dalam system kerja di sel purkinje dan menghindari cedera sel purkinje. Salah satu aktivitas untuk menghaluskan gerakan diantaranya bisa distimulasi melalui permainan tradisional.

Sel Purkinje cerebellum bekerja dengan korteks dan basal ganglia sebagai sebuah blok bangunan fundamental dalam motorik dan kognitif tugas dari berbagai kompleksitas, dari pemetaan sensorimotor untuk penalaran lihat sistem-tingkat ini semakin didukung oleh bukti yang menunjukkan bahwa cerebellum dan basal ganglia menerima masukan dari, dan mengirim output ke, area kortikal. Caligiore, Daniele (2016: 1) menarik kesimpulan sebagai berikut.

Otak kecil (cerebellum) bekerja terpadu dengan lapisan penglihatan dan basal ganglia, sifat interaksi timbal-balik antara tiga wilayah otak ini. Karya konsensus ini mengumpulkan beragam pandangan baru-baru ini pada berbagai peran penting dimainkan oleh otak kecil (cerebellum) dalam cerebello-basal ganglia sistem thalamocortical dalam berbagai fungsi kognitif dan motor. Karya mencakup teori dan kontribusi empiris, yang mencakup topik-topik berikut: bukti baru-baru ini digunakan oleh mendukung interaksi antara kecil (cerebellum), basal ganglia, dan area cortical dalam manusia dan hewan lain, neuroscience perspektif teori dan bukti empiris pada pengaruh timbal-balik antara kecil (cerebellum), basal ganglia, dan lapisan penglihatan di belajar dan proses kontrol; dan data menyarankan kemungkinan peran kecil (cerebellum) dalam basal ganglia gangguan gerak.

Otak kecil terdiri dari tiga bagian yang secara fungsional terasah, dan diyakini memiliki perkembangan yang berurutan selama evolusi. Bagian-bagian tersebut memiliki perbedaan bentuk input dan output, dan masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda: (1) vestibuloserebelum: penting dalam menjaga keseimbangan dan mengontrol gerakan mata. (2) spinoserebelum: berfungsi meregulasi gerakan otot dan mengkoordinasi

gerakan dasar berlatih. Bila daerah korteks motor mengirim pesan ke otot untuk melaksanakan gerakan tertentu, maka spinoserebelum juga diberitahu perintah tersebut. Selanjutnya daerah ini juga menerima input dari reseptor perifer yang memberitahu mengenai apa yang sebenarnya terjadi sehubungan dengan gerak dan posisi tubuh. Spinoserebelum secara esensial berperan sebagai “*middle management*”, membandingkan perintah dari pusat yang lebih tinggi dengan penampilan otot, dan kemudian mengoreksi kesalahan-kesalahan atau penyimpangan dari gerakan semestinya. (3) Sereroserebelum, berperan dalam merencanakan dan memulai aktivitas sadar dengan memberikan input kepada daerah korteks motor, bagian otak kecil ini merupakan daerah yang terdapat dalam prosedur mengingat.

Masa 5 tahun pertama pertumbuhan dan perkembangan anak sering disebut sebagai masa keemasan karena pada masa itu keadaan fisik maupun segala kemampuan anak sedang berkembang cepat. Salah satu kemampuan pada anak TK yang berkembang dengan pesat adalah kemampuan fisik atau motoriknya. Proses tumbuh kembang kemampuan motorik anak berhubungan dengan proses tumbuh kembang kemampuan gerak anak. Perkembangan motorik ini erat kaitannya dengan perkembangan pusat motorik di otak. Keterampilan motorik berkembang sejalan dengan kematangan syaraf dan otot. Oleh sebab itu, setiap gerakan yang dilakukan anak sesederhana apapun, sebenarnya merupakan hasil pola interaksi yang kompleks berbagai bagian dan system dalam tubuh yang dikontrol otak.

Arsitektur Interna

Serebelum dan batang otak mengisi fosa kranialis posterior, dengan tentorium sebagai atapnya, yang memisahkan serebelum dari serebrum. Setiap struktur dari batang otak dihubungkan dengan serebelum melalui sepasang pedunkel, yaitu pedunkel serbelaris superior atau brakia konjungtiva pada tingkat otak tengah, pedunkel serbelaris media atau brakia pontis pada tingkat pons, dan pedunkel serbelaris inferior atau korpus restiformis pada tingkat medula oblongata.

Berlawanan dengan permukaan serebrum, permukaan serebelum mempunyai gambaran seperti riak air, karena semua konvolusi serbelaris diameternya sama kecil dan berjalan sejajar satu sama lain

sebagai folia yang dipisahkan oleh sulki yang agak sempit. Berbagai deretan dari folia-folia ini berkumpul ke dalam subdivisi-subdividi, yang terpisah satu sama lain melalui fisura yang lebih dalam. Hemisfer dihubungkan melalui satu subdivisi kortikal. Karena konfigurasi seperti cacing, dikenal sebagai vermis, sebuah struktur tegak yang hampir sirkular pada potongan sagital. Kesenambungannya hanya terputus di bagian ventral oleh ventrikel keempat. Di sana, ujung rostral dari vermis disebut lingula, dan ujung distal yang membatasi ventrikel disebut nodulus. Korteks dari nodulus meluas ke bilateral ke dalam subdivisi yang karakteristik, yang disebut flokuli, yang terletak kaudolateral dari pedunkel serebelaris media dan inferior, dan terpisah dari pedunkulus tersebut melalui resesus lateral dari ventrikel keempat. Resesus ini berhubungan dengan spasium subaraknoid dalam sudut pontoserebelaris oleh foramen luschka. Pada sisi foramen, pleksus koroideus dapat terlihat menonjol seperti buket miniatur (keranjang bunga bochdalek).

Ahli anatomi pada zaman dahulu membagi hemisfer dan vermis ke dalam banyak bagian dan memberinya berbagai nama deskriptif. Pembagian dari korteks serebelar ini tidak mempunyai hubungan klinis atau fungsi. Sekarang tampaknya cukup untuk membedakan secara filogenetik tiga subdivisi utama dari serebelum:

(1) Arkiserebelum (lobus flokulonodular). Subdivisi ini mewakili bagian tertua dari serebelum, yang hanya terdiri dari flokuli dan nodulus vermis. Arkiserebelum sangat dekat hubungannya dengan sistem vestibular; (2) Paleoserebelum terdiri dari lobus interior di rostral dari fisura primer, mencakup lingula, lobulus sentralis, dan kulmen dari vermis, zona vermian bilateral yang bersebelahan, piramis dan uvula dari vermis bawah dan paraflokulus serta tonsil serebelaris. Paleoserebelum menerima impuls aferen terutama dari jaras spinoserebelaris; (3) Neoserebelum, juga dirujuk sebagai lobus posterior, terdiri dari semua bagian dari vermis dan hemisfer yang terletak diantara fisura primer dan posterolateral. Merupakan bagian serebelum terbesar dan termuda secara filogenetik. Perkembangannya sangat erat berhubungan dengan korteks serebral dan sikap tegak dari primata. Gerakan motorik terampil yang dimulai oleh korteks motorik serebral, dimodifikasi oleh neoserebelum. Analog dengan perkembangan neokorteks serebral, neoserebelum membelakangi bagian serebelum yang lebih tua dalam volumenya. Tiga subdivisi dari serebelum dapat dikenal pada basis

dari sumber utama dari impuls eferennya sebagai vestibuloserebelum, spinoserebelum dan pontoserebelum.

Arsitektur Interna

Beberapa bahasan tentang struktur interna dari serebelum dibutuhkan sebelum membicarakan hubungan anatomi dan fungsional antara serebelum dan bagian lain dari sistem saraf pusat. Korteks serebelum terdiri dari tiga lapisan: lapisan molekular, lapisan sel Purkinje dan dan lapisan granularis.

Lapisan molekular terdiri dari neuron-neuron kecil yang tersebar (sel stelata dan sel keranjang); arborisasi dendrit dari beberapa tipe sel, terutama sel purkinje dan sejumlah akson tipis, kebanyakan dari sel-sel granula yang sangat kecil dari lapisan granularis. Lapisan sel purkinje hanya terdiri dari badan sel yang agak besar atau perikaryon, sisi demi sisi dalam lembaran tunggal. Sebaliknya, sel granula dan lapisan granularis tidak lebih besar daripada limfosit dan berkumpul secara ketat. Tersebar diantaranya adalah neuron besar individual, yaitu sel Golgi-tipe II. Akson tak bermielin dari sel-sel granula, yang berjalan naik ke lapisan molekular, hanya berjalan paralel terhadap aksis longitudinalis dari setiap konvolusi atau folium. Sebaliknya, dendrit sel-sel purkinje dan sel-sel keranjang meluas hanya dalam bidang tegak lurus dari aksis longitudinal dari setiap folium, dengan kata lain, paralel terhadap vermis.

Sel purkinje merupakan satu-satunya neuron serebelaris yang dapat mentransmisikan impuls eferen dari korteks serebelum. Akson-akson yang berasal dari dasar setiap sel berjalan melalui lapisan granula dan substansia alba ke nuklei serebelaris profunda. Dendrit-dendrit menerima informasi yang sesuai dari berbagai bagian SSP. Beberapa informasi datang secara langsung, beberapa lainnya secara tidak langsung melalui stasiun relai, beberapa menstimulasi, sedangkan beberapa lai menghambat. Informasi ini berjalan melalui serat-serat dari neuron-neuron yang berbeda-beda. Serat-serat ini mempunyai nama, misalnya serat asenden, serat mossy, serat keranjang, serat tangensial dan serat paralel. Serat mossy hampir semata-mata mengirim impuls-impuls dari medula spinalis dan nukleus vestibularis serta pontin melalui sel-sel granula dari lapisan granularis sebagai mediator.

Serat asenden mengirim impuls dari nukleus olivarius inferior langsung ke dendrit sel-sel purkinje.

Setiap hemisfer serebelaris mempunyai empat pasang nukleus: nukleus fastigial, globosus, emboliformis dan dentatum. Tiga nukleus pertama terletak pada atap ventrikel keempat. Nukleus fastigial terletak Secara filogenetik merupakan nukleus tertua dan menerima aferen dari arkiserebelum-lebih spesifik, lobus flokulonodularis-dan serat tambahan dari vermis. Serat eferennya berjalan langsung melalui pedunkel serebelaris inferior ke nukleus vestibularis (traktus fastigiobulbaris atau serebelobulbaris). Beberapa serat menyeberang ke sisi lain dari serebelum, melingkar di sekeliling pedunkel serebelaris superior kontralateral dan mencapai formasio retikularis dan nukleus vestibularis melalui berkas uncinatus dari Russel.

Nukleus globosus dan emboliformis terletak secara lurus lateral terhadap nukleus fastigialis. Anukleus ini menerima eferen dari daerah paravermian dari paleoserebelum. Eferennya berproyeksi ke nukleus ruber melalui pedunkel serebelaris superior. Nukleus dentatum merupakan nukleus terbesar dari keempat nukleus tersebut dan terletak pada bagian sentralis dari substansia alba dari hemisfer serebelaris. Nukleus ini menerima impuls dari sel-sel Purkinje keseluruhan neoserebelum dan sebagian dari korteks paleoserebelaris. Serat eferen berjalan melalui pedunkel serebelaris superior, menyeberang ke sisi yang berlawanan pada batas pontomesensefalik dan berakhir dalam nukleus ruberkontralateral dan dalam nukleus ventrolateral (V.o.p) dari talamus. Serat talamus berproyeksi ke korteks motorik primer.

Semua impuls yang memasuki serebelum, berakhir pada korteks serebelaris atau melalui kolateralis tertentu dalam nukleus serebelaris. Aferen ini berasal dari korteks serebelaris, dalam batang otak (nukleus vestibularis, formasio retikularis) dan medula spinalis. Pedunkel serebelaris inferior (korpus restiformis) merupakan jalur dari serat eferen berikut ini; (1) Serat dari saraf dan nukleus vestibularis berakhir pada lobus flokulonodularis (direlai ke nukleus fastigialis); (2) Traktus olivoserebelaris, berasal dari oliva inferior kontralateral dan berakhir sebagai serat yang berjalan keatas secara langsung pada dendrit-dendrit sel purkinje dari seluruh serebelum; (3) Traktus spinoserebelaris posterior, yang berasal dalam kolumna Clarke (nukleus torasikus) dekat dengan basis kornu posterior. Impuls yang dikirim

oleh traktus ini terutama berasal dari gelendong otot dan dibawa ke zona paravermian lobus anterior dan posterior dari serebelum. Traktus ini terdiri dari serat konduksi tercepat dalam seluruh sistem saraf pusat. (4) Serat yang berasal dari nukleus kuneatus asesorius bergabung dan terletak di antara serat dari traktus spinoserebelaris posterior. Serat-sera ini mengirim impuls yang diterima oleh nukleus kuneatus asesorius dari nukleus di bagian rostral dan tengah servikalis di atas tingkat kolumna Clarke; serat-serat ini berjalan naik ada bagian lateral dari fasikulus kuneatus; (5) Serat dari formasio retikularis dari batang otak.

Sebagai jaras eferen, traktus fastigiobulbaris atau serebelobulbaris berjalan melalui pedunkel serebelaris inferior pada perjalanannya ke nuklei vestibularis. Seratnya mewakili ekstremitas eferen dari sirkuit modulasi umpan balik vestibuloserebelaris, yaitu sirkuit dimana melaluinya serebelum mempengaruhi aktivitas medula spinalis melalui traktus vestibulospinalis dan fasikuluslongitudinalis medialis.

Pedunkel serebelaris media (brakium pontis) terutama berisi massa serat pontoserebelaris yang menyeberang. Massa ini merupakan milik dari neuron nuklei pontis yang merupakan neuron kedua dari serat atau berkas traktus kortikopontin. Pedunkel serebelaris posterior (brakium konjungtivum) mengandung serat eferen yang berasal dari neuron nukleus dentatum, emboliformis, globosus dan fastigialis. Serat-serat ini berproyeksi ke nukleus ruber kontralateral, nukleus ventrolateral (V.o.p) dan sentromedian dari talamus dan formasio retikularis dari batang otak. Serat postsinaptik talamokortikal berproyeksi ke korteks, dimana serat kortikopontin menurun. Dalam jaras ini lingkaran umpan balik yang penting berada dalam keadaan tertutup.Lingkaran ini meluas dari korteks serebral ke nukleus pontis, korteks serebelaris, nukleus dentatum dan dari sini kembali ke talamus dan korteks.

Lingkaran umpan balik tambahan dibentuk oleh segitiga Guillain-Mollaret. Seitiga ini memanjang dari nukleus ruber ke oliva inferior melalui traktus tegmentalis sentral dan dari sana ke korteks serebelaris, nukleus dentatum, dan kembali ke nukleus ruber. Pada jalur ini,serebelum secara tidak langsung memodulasi aktivitas motorik dari medula spinalis melalui hubungannya dengan nukleus ruber dan formasio retikularis, dari mana

traktus rubrospinalis desenden dan retikulospinalis berasal. Pengaruh dari kerja serebelum adalah ipsilateral, karena persilangan ganda dari serat di dalam sistem ini. Serat-serat yang berasal dari nukleus dentatum, menyeberang ke nukleus ruber kontralateral. Serat dari traktus rubrospinalis desenden menyeberang lagi dalam dekusasio Forel segera setelah meninggalkan nukleus ruber.

Pedunkel serebelaris superior mengandung hanya satu jaras aferen, yaitu traktus spinoserebelaris anterior, yang berakhir dalam paleoserebelum, seperti juga traktus spinoserebelaris posterior. Kedua spinoserebelaris membawa impuls proprioseptif dari reseptor perifer, seperti misalnya gelendong otot, organ tendon golgi dan reseptor tekanan secara lebih spesifik, impuls dari gelendong otot terutama dikonduksi oleh traktus spinoserebelaris posterior, sedangkan yang berasal dari organ tendon golgi terutama dibawa oleh traktus spinoserebelaris anterior.

Jadi serebelum menerima informasi sensorik dari semua bagian sistem saraf pusat melalui tiga pedunkel serebelaris dan berhubungan dengan semua jaras motorik karena nukleusnya berperan sebagai partner eferen dalam mengatur sirkuit umpan balik. Meskipun serebelum berkontak dengan korteks serebelaris melalui serat talamokortikalis, aktivitasnya tidak disertai oleh kesadaran. Hal ini merupakan salah satu alasan mengapa sulit untuk menentukan fungsi normal dari serebelum. Yang diketahui mengenai struktur ini, berasal dari integrasi embriologis, anatomi perbandingan dan data eksperimental serta penemuan klinis yang berhubungan dengan lesi yang terbatas dalam segmen serebelum dengan batas yang jelas.

Fungsi Cerebellum

Secara filogenetis, cerebellum adalah nukleus vestibularis yang mempunyai spesialisasi tinggi. Tampaknya cerebellum dan pusat vestibuler secara bersama-sama mempunyai fungsi : (1) Mempertahankan keseimbangan tubuh; (2) Orientasi dalam ruangan; (3) Mengatur tonus otot dan ; (4) Mengatur postur tubuh

Cerebelum menerima impuls proprioseptif dari seluruh tubuh, baik impuls motorik ataupun sensorik dari cerebrum. Impuls yang diterima akan dikoordinasikan dan diteruskan, dihambat atau diperkuat.

Fungsi utama cerebellum adalah koordinasi aktivitas muskular, kontrol tonus otot, dan mempertahankan postur keseimbangan. Bagaimana organ ini menjalankan fungsi-fungsi tersebut belum diketahui.

Secara histologis dari cortex cerebelli menunjukkan bahwa impuls yang masuk akan diperkuat dengan cara Avalanche Conduction. Pada umumnya fungsi utama cerebellum adalah mengintegrasikan dan mengkoordinasikan reaksi somatik. Impuls motorik akan diperkuat dan disintesis kembali sehingga menimbulkan kontraksi otot yang harmonis dan gerakan volunter yang halus dan sinkron.

Serebelum bekerja sebagai pusat koordinasi untuk mempertahankan keseimbangan dan tonus otot, dengan menjadi bagian dari mekanisme umpan balik dan kompleks regulasi. Serebelum juga membuat sistem muskularis somatic untuk melakukan sendiri pergerakan yang terampil. Telah diduga bahwa fungsi serebelum seperti computer dalam menampilkan dan mengkoordinasi masukan sensoriknya dan memodulasi keluaran motoriknya.

Arkiserebelum menerima informasi tentang posisi spasial kepala dari sistem vestibularis melalui impuls kinetik dari reseptor dalam kanalis sirkularis. Pesan awal ini memungkinkan serebelum untuk memodulasi secara sinergistik impuls motorik spinalis setiap saat, menjaga keseimbangan, tanpa tergantung dari posisi atau gerakan tubuh.

Kerusakan lobus flokulonodularis mengakibatkan gangguan keseimbangan dan ketidakmampuan dalam berdiri (*astasia*) dan berjalan (*abasia*). Gaya jalan menjadi lebar-lebar dan seperti bergulung, mengingatkan kepada ketidakmampuan dari orang mabuk (*trunkal* atau ataksia aksial). Ataksia tidak bertambah ketika mata ditutup, berlawanan dengan ataksia yang disebabkan oleh penyakit traktus posterior. Ataksia serebelaris tidak berhubungan dengan penurunan abnormal dari rasa proprioseptif yang disadari, tetapi lebih merupakan akibat dari ketidakmampuan kelompok otot untuk bekerja dalam koordinasi, dan disebut *asinergia* (*sindrom flokulonodular*).

Kerusakan *nodulus* menghilangkan reaksi terhadap uji kalori dan rotasi dari fungsi vestibulum. Pasien yang sebagian nodulus dan uvulanya telah diangkat, tidak dapat bertahan terhadap mabuk yang diakibatkan oleh gerakan. Kehilangan yang identik dari fungsi tersebut, mengikuti gangguan

pada jaras yang menuju atau meninggalkan lobus flokulonodular. Keseimbangan dipertahankan oleh arkus reflex berikut ini: impuls yang berasal dari dalam labirin berjalan secara langsung sebaik yang tidak langsung, melewati nukleus vestibularis ke arkiserebelum dan berlanjut ke nukleus fastigialis, dari sana impuls eferen kembali ke nukleus vestibularis lateral (Deiter) dan ke formasio retikularis. Melalui traktus vestibulospinalis dan retikulospinalis, dan melalui berkas longitudinal medial, impuls mencapai sel kornu anterior dan mengubah aktivitas sel-sel tersebut. Cedera pada sistem ini dapat mengakibatkan nistagmus, tetapi tidak menghasilkan tanda dan gejala serebelaris tambahan.

Paleoserebelum menerima impuls aferen dari medulla spinalis melalui traktus spinoserebelaris anterior dan posterior, dan dari nukleus kuneatus asesorius melalui traktus kuneoserebelaris. Impuls eferen dari paleoserebelum memodulasi aktivitas antigravitasi dari otot-otot, dan memberikan tonus otot yang diperlukan untuk mempertahankan keseimbangan pada waktu berdiri atau bergerak. Impuls spinalis berproyeksi ke korteks paleoserebelum dalam pola somatotopik, mewakili dalam setiap hemisfer serebelaris separuh bagian ipsilateral dari tubuh. Korteks area paravermian berproyeksi ke nukleus emboliformis dan globosus; korteks vermis berproyeksi ke nukleus fastigialis. Serat eferen dari neuron dalam nukleus serebelaris profundal menyeberang dalam pedunkel serebelaris superior untuk mencapai nukleus ruber kontralateral. Traktus rubrospinalis desenden dan rubroretikularis menyeberang lagi dan memodulasi kegiatan dari motor neuron dalam batang otak dan medulla spinalis, yang terletak ipsilateral terhadap nukleus serebelaris tetapi kontralateral terhadap nukleus ruber. Impuls asenden dari nukleus serebelaris juga berproyeksi ke nukleus sentomedian dari talamus dan dari sana ke nukleus kaudatus dan putamen (striatum), dari sana mempengaruhi sistem ekstrapiramidalis. Pengaruh gabungan dari paleoserebelum dan arkiserebelum menghasilkan pengendalian tonus otot skeletal dan otot polos, koordinasi sinergistik dari kelompok otot agonis dan antagonis yang melayani gaya berjalan normal serta cara berdiri. Lesi pada paleoserebelum menghasilkan ataksia trunkal. Bagaimana juga, jarang lesi hanya terbatas pada paleoserebelum. Untuk alasan ini, dan karena adanya tumpang tindih beberapa fungsi antara paleoserebelum dan

neocerebellum, dalam banyak kasus tidak mungkin menghubungkan deficit klinis terhadap daerah yang terbatas pada serebelum.

Neocerebellum menerima Impuls eferen secara tidak langsung dari daerah luas korteks serebral, terutama dari area motorik Brodman 4 dan 6, melalui *jaras kortikopontocerebellaris*. *Neocerebellum* juga menerima kontingen yang besar serat eferen dari olive inferior (*traktus olivocerebellaris*), yang pada gilirannya menerima impuls dari nukleus ruber melalui traktus tegmentalis sentral, seperti telah disebutkan sebelumnya. Serebelum menerima informasi pada setiap gerakan volunteer terencana sebelumnya. Informasi tersebut dimodifikasi dan dikoreksi melalui penghambatan semua impuls motorik piramidalis dan ekstrapiramidalis melalui *jaras dentatotalamokortikal*, yang berakhir pada tempat impuls motorik berasal.

Semua gerakan volunteer dan involunter menjadi halus dan tepat karena kerja serebelum yang berhubungan dan arena aktivitas motorik dalam perifer spinal bersifat segera dan terus dilaporkan ke serebelum melalui jaras konduksi spinocerebellaris yang sangat cepat. Informasi ini memungkinkan serebelum untuk mengatur dan mengkompensasi secara cepat ketidakakuratan atau kesalahan dalam gerakan volunteer. Kecepatan serebellum dalam memproses masukan informasi, barangkali memungkinkan kita untuk melakukan gerakan dengan kombinasi yang sulit dan sudah dipelajari sebelumnya, tanpa sengaja bila diperlukan. Juga mungkin bahwa serebellum, yang bekerja seperti computer, menyimpan berbagai pola gerakan yang dibutuhkan selama perjalanan hidup seseorang dan membuat gerakan tersebut bisa langsung digunakan segera bila diperlukan. Hilangnya fungsi serebelum secara mendadak mengakibatkan hilangnya gerakan volunteer, ini membahayakan keharmonisan dari persarafan otot volunteer.

Tanda-Tanda Disfungsi Cerebellum

Penemuan-penemuan berikut ini dapat diharapkan ditemukan pada penyakit serebelum: (1) Ataksia: Ataksia ini mencakup ekstremitas, terutama ekstremitas distal, dan berhubungan dengan deviasi gaya berjalan dan cara berdiri ke arah sisi lesi. Melanie Vanessa Halbach (2016: menyimpulkan sebagai berikut: (1) *Spinocerebellar ataxia tipe 2 (SCA2)* adalah autosomal

dominan mewarisi gangguan neurodegenerative dengan sayang preferensial Purkinje neuron, yang dikenal sebagai integrator arus kalsium. Perluasan dari *Polyglutamine* (polyQ) domain dalam protein RNA-binding ataxin-2 (ATXN2) bertanggung jawab untuk penyakit ini, tetapi kausal peran fungsi ATXN2 kekurangan dibandingkan toksisitas agregasimasih diperdebatkan, (2) Dismetria: Ketidakmampuan untuk mengukur jarak secara tepat, mengakibatkan timbulnya gerakan yang prematur atau melebihi (hipermetria atau tidak bisa menunjuk suatu titik dengan tepat (3) Asinergis: Hilangnya koordinasi persarafan sekelompok otot yang diperlukan untuk gerakan yang tepat. Kelompok otot individual berfungsi secara bebas (tak tergantung) dari pola gerakan kompleks yang teratur rapi (dekomposisi gerakan); (4) Disdiadokokinesia: (adiadokokinesia): gerakan berganti-ganti yang cepat dari otot agonis (antagonis) yang tidak dapat dilakukan. Gerakan yang berganti-ganti seperti misalnya pronasi dan supinasi tangan dengan cepat, pada penyakit serebelum akann menjadi lambat, ragu-ragu dan aritmia (tak teratur). Susan M. Ravizza, 2006 menyimpulkan sebagai berikut: mengingat keprihatinan ini, kami menggunakan prosedur rentang-pencocokan (Allport, 1984) dalam Percobaan untuk melihat apakah defisit diamati mungkin terkait dengan persyaratan motor dari tugas. Salah satu perhatian dari percobaan adalah bahwa perhatian pasien diperlukan untuk membuat cukup cepat, gerakan berurutan ketika merespon. Untuk tugas verbal, mereka harus mengartikulasikan seri kata-kata, untuk tugas spasial, urutan gerakan lengan diperlukan, 5) Tremor hebat: Tremor pada saat bekerja terbukti bila pasien diperintahkan untuk menunjuk suatu objek. Tremor menjadi semakin hebat pada waktu jari tangan atau kaki mendekati objek tersebut. Tremor ini biasanya berhubungan dengan kerusakan nukleus dentatum atau pedunkel serebelaris superior, (6) Fenomena rebound: disebabkan oleh ketidakmampuan untuk mengatur segera dalam mengubah tonus otot. Sebagai contoh, lengan pasien yang ditekan melawan tangan pemeriksa, tidak dapat dengan segera berelaksasi ketika pemeriksa menarik lengannya, tapi malahan lengan pasien mengikuti tangan pemeriksa dengan gerakan memukul yang tidak terkendali, (7) Hipotonia: kelemahan dan cepat lelah (*astenia*) dari otot-otot ipsilateral sebagai hasil dari pergantian dalam persarafan tonik. Refleks tendon dalam cenderung menjadi lamban, dan mempunyai kualitas yang bergema, (8) Berbicara seperti skaning: Asinergia

dari otot-otot berbicara menyebabkan pembicaraan yang lamban, ragu-ragu dan artikulasinya buruk dengan tekanan yang tidak cukup pada silabus individual, yang menyebabkan beberapa kata diucapkan sekaligus (berhamburan), (9) Ketidakmampuan untuk mendiskriminasi berat: sebuah objek yang sedang dinilai beratnya, selalu dikira lebih ringan pada waktu dipegang oleh tangan ipsilateral dari lesi serebelum. Fenomena ini mungkin berhubungan dengan hipotonia ipsilateral dan asthenia.

Telah terlihat pada percobaan binatang bahwa deficit fungsi spesifik dapat berhubungan dengan kerusakan daerah serebelum tertentu secara tepat. Pada keadaan serebelum yang sakit, bagaimanapun juga perpanjangan suatu sikap dan untuk meyakinkan kelancaran, koordinasi dan ketepatan dalam setiap gerakan volunter serta involunter.

Diagnosis topical lesi serebelum dipersulit oleh alasan-alasan berikut ini: (1) Jarang lesi terbatas pada satu daerah fungsional spesifik dari serebelum. (2) Lesi progresif yang lambat, misalnya tumor jinak, dapat mengakibatkan beberapa atau tidak ada gejala klinis untuk beberapa waktu, karena kemampuan sisa parenkim serebelum, untuk mengkompensasi daerah yang rusak. (3) Bagian lain dari otak tampaknya juga mampu mengkompensasi defisit dari fungsi serebelum, meskipun kerusakan nukleus profunda, meninggalkan hanya sedikit kemungkinan kompensasi atau restituti fungsi.

“Kerusakan cerebellar pada level sedang, lama kelamaan akan berakibat pada gangguan verbal. Hasil ini sesuai dengan pelaporan penelitian adanya keterlibatan kerusakan cerebellar dengan kerja memory lisan. Kerusakan cerebellar itu tidak selalu terkait dengan kelemahan memory jangnan pendek.”

Stimulasi Sel Purkinje Cerebellum

Permainan tradisonal sudah mulai jarang dimainkan oleh anak-anak di jaman yang serba digital saat ini, tanpa disadari berbagai permainan tradisional yang di pandang sebelah mata ternyata memiliki fungsi yang luar biasa bagi aktivasi cerebellum, dan mencegah terjadinya disfungsi cerebellum pada anak usia dini, karena pada masa ini perkembangan otak anak sangat pesat. Hal ini juga berpengaruh pula pada perkembangan motoriknya. Maka

berbagai stimulasi sangat baik diberikan kepada anak. Berikut ini contoh permainan yang dapat dilakukan.

Congklak

Congklak adalah salah satu permainan tradisional yang dikenal dengan berbagai macam nama di Indonesia. Biasanya dalam permainan sejenis cangkang kerang digunakan sebagai biji congklak dan jika tidak ada, kadang kala digunakan biji-bijian. Permainan congklak dilakukan oleh dua orang. Dalam permainan tersebut mereka menggunakan papan yang dinamakan papan congklak dan 98

(14x7) buah biji yang dinamakan biji congklak. Umumnya papan congklak terbuat dari kayu atau plastik, sednagkan bijinya terbuat dari kerang, batu-batuan, kelereng atau plastik. Di papan congklak terdapat 16 buah lobang yang terdiri dari 14 lubang kecil yang saling berhadapan dan 2 lubang besar di kedua sisinya. Setiap 7 lubang kecil di sisi pemain dan lubang besar di sisi kanannya di anggap sebagai milik sang pemain.

Pada awal permainan setiap lubang kecil di isi [enuh dengan 7 buah biji. Dua orang pemain berhadapan, salah seorang yang memulai dapat memilih lubang yang akan diambil dab bekerja mengedarkan sebelah kanannya. Bila habis di lubang kecil di sisinya maka ia berhenti dan mengambil seluruh biji di sisi yang berhdapan. Apabila berhenti di lubang kosong di sisi lawan maka ia berhenti dan tidak mendapat apa-apa.

Permainan di anggap selesai apabila sudah tidak ada biji yang dapat di ambil (seluruh biji sudah ada di lubang besar kedua pemain) pemenangnya adalah yang mendapatkan biji banyak.

Dari permainan tersebut ternyata dapat mengaktivasi otak kecil yakni sirkuit kortiko serebelar, kerja sama otak besar-dan kecil, karena melatih refleks kerjasama otak kecil dan otak besar.

Gobak Sodor

Permainan ini terdiri atas 3-5 orang setiam timnya. Inti permianannya adalah menghadang lawan agar tidak lolos melewati garis ke baris terakhir secara bolak-balik, dan untuk meraih kemenangan, seluruh anggota grup harus secara lengkap melakukan proses bolak balik dalam area lapangan yang ditentukan.

Permainan ini dapat melatih anak-anak yang kurang fokus dalam mengerjakan suatu aktivitas belajar. Anak menjadi individu yang di latih harus cepat bergerak dalam mengambil keputusan dengan pengaruh perhitungan dalam mengambil resiko. Suasana yang meriah dalam permainan membuat anak bergairah dan melakukan permainan ini tanpa paksaan. Sehingga anak terlatih cepat dan tepat di saat-saat yang mengharuskan bersikap demikian. Daerah otak prefrontal (pengambilan keputusan) bekerja secara sangat baik dengan otak kecil untuk refleksi kecepatan pengambilan keputusan. Saat melalui celah yang longgar saat penjagaan lawan lengah diperlukan refleksi kerjasama yang baik sehingga dengan tepat bisa lolos dari kejaran lawan. Ini memerlukan kerjasama otak besar dan kecil melalui jaras (kabel) saraf yang di sebut kortigo serebellar.

Balap Karung

Balap karung merupakan salah satu lomba tradisional yang populer pada peringatan hari kemerdekaan Indonesia. Sejumlah peserta diwajibkan memasukkan baguian bawah badannya ke dalam karung kemudian berlomba sampai garis akir.

Meskipun sering mendapat kritik karena memacu persaingan, namun permainan ini juga diapresiasi oleh pendatang luar negeri yang langsung menyaksikan.

Permainan ini dapat melatih anak-anak yang mengalami gangguan konsentrasi. Suasana meriah dan gembira akan melatih anak terlibat secara emosional dan berusaha memfokuskan perhatiannya kepada usaha memakai karung sambil melompat. Juga untuk melatih koordinasi karena terdapat gerakan yang berulang dalam permainan ini bila anak tidak mampu melakukan permainan ini berarti menunjukkan adanya gangguan suatu fungsi otak kecil dalam hal koordinasi gerak ritmik.

Hompipa

Hompipa atau hompipah adalah cara untuk menentukan siapa yang menang dan kalah dengan menggunakan telapak tangan yang dilakukan minimal tiga peserta. Secara bersama-sama, peserta mengucapkan kata *hompipa* ketika mengucapkan kata terakhir (pa), masing-masing peserta

memperlihatkan satu telapak tangan dengan bagian telapak tangan menghadap ke bawah atau ke atas. Pemenang adalah peserta yang memperlihatkan telapak tangan yang berbeda dari peserta lainnya. Biasanya hompimpa digunakan oleh anak-anak untuk menentukan giliran dalam sebuah permainan. Seperti bermain petak umpet, yang kalah mendapat giliran berjaga pos.

Permainan ini melatih gerak refleks mengambil keputusan dengan cepat dan melatih mendeteksi gerakan lawan pada beberapa bidang. Melatih visuospasial dengan baik. Sirkuit kerjasama otak besar dan kecil sangat aktif. Diperlukan suatu kecepatan saat mengambil keputusan.

KESIMPULAN

Otak kecil terdiri dari tiga bagian yang secara fungsional terasah, dan diyakini memiliki perkembangan yang berurutan selama evolusi. Bagian-bagian tersebut memiliki perbedaan bentuk input dan output, dan masing-masing mempunyai fungsi yang berbeda-beda: (1) vestibuloserebelum: penting dalam menjaga keseimbangan dan mengontrol gerakan mata. (2) spinoserebelum: berfungsi meregulasi gerakan otot dan mengkoordinasi gerakan dasar berlatih. Bila daerah korteks motor mengirim pesan ke otot untuk melaksanakan gerakan tertentu, maka spinoserebelum juga diberitahu perintah tersebut.

Anak usia dini atau 5 tahun pertama merupakan masa keemasan dan pesatnya perkembangan aspek motorik, maka stimulasi kegiatan untuk pengaktifan otak kecil sangat diperlukan dan agar dapat terdeteksi secara dini apabila terdapat anak yang terganggu cerebellumnya. Fungsi utama cerebellum adalah koordinasi aktivitas muskular, kontrol tonus otot, dan mempertahankan postur keseimbangan. Sel purkinje cerebellum adalah bagian terpenting dari cerebellum yang berfungsi mengendalikan dan meningkatkan kualitas gerak.

Daftar Rujukan

Caligiore, Daniele dkk. 2016. *Towards a System-level View of Cerebellar function the interplay between Cerebellum, basal ganglia and corte.*

- (online), dalam <http://dx.doi.org/10.1007/s12311-016-0763-3>. diakses 19 februari 2016.
- Duus, peter. 1996. *Diagnosis Toik Neurologi Anatomi Fisiologi Tanda Atau Gejala E/2* Jakarta: EGC
- Gibson, John.1981.*Fisiologi Dan Anatomi Modren Untuk Perwat*. Jakarta; EGC
- Halbach , Melanie Vanessa.2016. *Atxn2 Knockout And CAG42-Knock-In Cerebellum Shows Similarly Dysregulated Expression In Calcium Homeostasis Pathway*. (online), dalam <http://link.springer.com/article/10.1007/s12311-016-0763-3>. diakses 19 february 2016.
- Susan M. Ravizza, Cristin A. McCormick, dkk. 2006. *Cerebellar Damage Produces Selective Deficitsin Verbal Working Memory*. (Online) 1 (29): 306-320, doi:10.1093/brain/awh685 Brain129,306–320 <https://brain.oxfordjournals.org/content/brain/129/2/306.full.pdf> di akses 19 Maret 2016
- Sloane, Ethel. 2003. *Anatomi Dan Fisiologi Untuk Pemula*. Jakarta : EGC
- Yurisaldi, Arman.2010. *Metode Aktivasi Otak*. Yogyakarta: Pustaka Widyatama
- <http://madehartawan.blogspot.co.id/2015/06/perkembangan-fisik-motorik-anak-usia.html> (Perkembangan Fisik Motorik Anak Usia Dini) (online) diakses 17 februari 2016