



NEURONA

PERHIMPUNAN DOKTER SPESIALIS SARAF INDONESIA (PERDOSSI)

P-ISSN : < > E-ISSN : 25023748

0
Impact Factor

203
Google Citations

Sinta 2
Current
Accreditation

[Google Scholar](#) [Garuda](#) [Website](#) [Editor URL](#)

History Accreditation

2018

[Garuda](#) [Google Scholar](#)

GAMBARAN ARSITEKTUR TIDUR PADA PASIEN TUMOR OTAK YANG MENGALAMI GANGGUAN TIDUR

Neurona Majalah Kedokteran Neuro Sains [NEURONA Vol. 38 No. 2 Maret 2021](#)

2021 [DOI: -](#) [Accred : Unknown](#)

KEJADIAN STROKE ISKEMIK PADA PASIEN POSITIF COVID19 TERKONFIRMASI DI RUMAH SAKIT UNIVERSITAS INDONESIA

Neurona Majalah Kedokteran Neuro Sains [NEURONA Vol. 38 No. 2 Maret 2021](#)

2021 [DOI: -](#) [Accred : Unknown](#)

HUBUNGAN KADAR DDIMER DENGAN AWITAN GEJALA DAN LAMA PERAWATAN PADA PENDERITA CEREBRAL VENOUS SINUS THROMBOSIS DI RSUP DR HASAN SADIKIN BANDUNG

Neurona Majalah Kedokteran Neuro Sains [NEURONA Vol. 37 No. 2 Maret 2020](#)

2020 [DOI: -](#) [Accred : Unknown](#)

ABNORMALITAS INTERPRETASI ELEKTROKARDIOGRAM MENURUT GAMBARAN NEUROIMAGING PADA STROKE HEMORAGIK

Neurona Majalah Kedokteran Neuro Sains [NEURONA Vol. 37 No. 2 Maret 2020](#)

2020 [DOI: -](#) [Accred : Unknown](#)

PERBEDAAN SENAM OTAK DAN SENAM POCOPOCO MENINGKATKAN FUNGSI EKSEKUTIF LANSIA STUDI EKSPERIMENTAL DI PUSAT SANTUNAN KELUARGA

Neurona Majalah Kedokteran Neuro Sains [NEURONA Vol. 37 No. 2 Maret 2020](#)

2020 [DOI: -](#) [Accred : Unknown](#)

NEURONA



MAJALAH KEDOKTERAN NEUROSAINS PERHIMPUNAN DOKTER SPESIALIS SARAF INDONESIA

Hubungan Anemia dengan Tingkat Keparahan dan Perjalanan Penyakit Stroke Iskemik Akut

Hubungan APOE-2 dan Jenis Kelamin dengan Fungsi Bahasa dan Memori pada Lansia

Profil Klinis dan Luaran Stroke Iskemik Akut dengan Trombektomi Mekanik Berdasarkan Lokasi Oklusi di RSUPN Dr. Cipto Mangunkusumo

Rasio Neutrofil Limfosit sebagai Prediktor Luaran Kasus Cedera Kepala Sedang dan Berat: Studi Multisenter

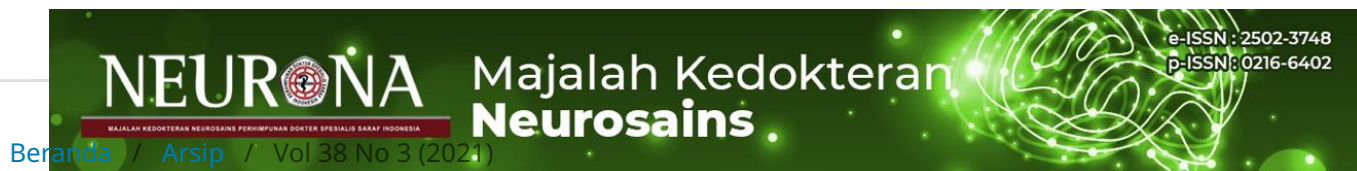
Hubungan faktor Sosiodemografi Terhadap Skor Quality of Life in Epilepsy Inventory-10 Pasien Epilepsi Dewasa di RSUD Dr. Soetomo

Uji Diagnostik Ice Pack Test dan Repetitive Nerve Stimulation Serta Kombinasinya pada Miastenia Gravis

Manajemen Non-Operatif Abses Serebellum

Neuromielitis Optik dengan Antibodi IGG-AQP4 Seronegatif

Manajemen Spastisitas Palsi Serebral Menggunakan Teknik Selective Percutaneous Myofascial Lengthening



Vol 38 No 3 (2021)

Diterbitkan: 2021-06-01

Artikel Penelitian

HUBUNGAN ANEMIA DENGAN TINGKAT KEPARAHAN DAN PERJALANAN PENYAKIT STROKE ISKEMIK AKUT

Eugenia Isadora, Budi Riyanto Wreksoatmodjo, Tara Puspitarini Sani



HUBUNGAN APOE-4 DAN JENIS KELAMIN DENGAN FUNGSI BAHASA DAN MEMORI PADA LANSIA

Abigail Madeline, Yuda Turana, Yvonne Suzy Handajani



PROFIL KLINIS DAN LUARAN STROKE ISKEMIK AKUT DENGAN TROMBEKTOMI MEKANIK BERDASARKAN LOKASI OKLUSI DI RSUPN DR. CIPTO MANGUNKUSUMO

Kevin Kevin, Taufik Mesiano, Mohammad Kurniawan, Rakhmad Hidayat, Affan P. Permana, Al Rasyid, Salim Harris



RASIO NEUTROFIL LIMFOSIT SEBAGAI PREDIKTOR LUARAN KASUS CEDERA KEPALA SEDANG DAN BERAT: STUDI MULTISENTER

Hanif Gordang Tobing, Yovanka Naryai Manuhutu, Syaiful Ichwan, Renindra Ananda Aman, Setyo Widi Nugroho, Samsul Ashari, David Tandian, Mohammad Saekhu, Wismaji Sadewo, Affan Priyambodo, Kevin Gunawan, Ande Fachniadin



HUBUNGAN FAKTOR SOSIODEMOGRAFI TERHADAP SKOR QUALITY OF LIFE IN EPILEPSY INVENTORY-10 PASIEN EPILEPSY DEWASA DI RSUD DR. SOETOMO

Dwiastri Iris Sarwastuti, Paulus Sugianto, Hanik Badriyah Hidayati, Azimatul Karimah



UJI DIAGNOSTIK ICE PACK TEST DAN REPETITIVE NERVE STIMULATION SERTA KOMBINASINYA PADA MIASTENIA GRAVIS

Winnugroho Wiratman, Bazzar Ari Mighra, Fitri Octaviana, Astri Budikayanti, Luh Ari Indrawati, Triana Ayuningtyas, Ahmad Yanuar Safri, Manfaluthy Hakim

 PDF

MANAJEMEN NON-OPERATIF ABSES SEREBELLUM

Putri Irsalina, Paulus Sugianto

 PDF

NEUROMIELITIS OPTIK DENGAN ANTIBODI IGG-AQP4 SERONEGATIF

Astra Dea Simanungkalit, Vivien Puspitasari

 PDF

MANAJEMEN SPASTISITAS PALSI SEREBRAL MENGGUNAKAN TEKNIK SELECTIVE PERCUTANEOUS MYOFASCIAL LENGTHENING

Prastiya Indra Gunawan, Muhammad Rizki Darmawan M, Riza Noviandi

 PDF

FAKTOR RISIKO KEJADIAN NYERI PUNGGUNG BAWAH PADA SOPIR OJEK ONLINE MOBIL

Arinta Puspita Wati, Dennis Adi Purnama, Maria Belladonna Rahmawati, Trianggoro Budisulistyo

 PDF

HUBUNGAN PERUBAHAN SUHU TUBUH DENGAN DISABILITAS NEUROLOGIS PADA AKTIVITAS HARIAN PASIEN STROKE ISKEMIK DEFISIT NEUROLOGIS

Belinda Susanto, Poppy Kristina Sasmita, Bryany Titi Santi

 PDF

FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI KEJADIAN KEMATIAN PADA PASIEN MENINGITIS DI RSUP DR. MOH. HUSEIN PALEMBANG

Dewie Susan, Irfanuddin Irfanuddin, Andika Okparasta

 PDF

[Penyerahan Artikel](#)



Informasi

[Untuk Pembaca](#)

[Untuk Penulis](#)

[Untuk Pustakawan](#)

Iklan Hubungi:

neurona.perdossi@gmail.com

Hubungi Kami



Terindex di





Redaksi & Mitra Bestari

Tim Redaksi

Pemimpin Redaksi

1. dr. Rizaldy Taslim Pinzon Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, Indonesia

Wakil Pemimpin Redaksi

1. dr. Ramdinal Avisena Zairinal Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
2. dr. Maula Nuruddin Gaharu RS Raden Said Sukanto, Jakarta, Indonesia

Anggota Dewan Redaksi

1. Prof. Dr. dr. Kiking Ritarwan, SpS(K), MKT (SCOPUS: 57189332709) (ORCID: 0000-0003-2816-1730)
2. dr. Aditya Kurnianto, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
3. Dr.dr Gea Pandhita, SpS, Mkes (SCOPUS ID: 57216395012) (ORCID: 0000-0001-5206-2447)
4. Dr. dr. Jimmy FA Barus, M.Sc, Sp.S (SCOPUS ID: 57204969666) (ORCID: 0000-0001-5227-5207)
5. Dr.dr Rocky Frasisca V Situmeang, SpS
6. dr. I Putu Eka Widyadharma Universitas Udayana, Bali, Indonesia
7. dr. Rusdy Ghazali Malueka Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
8. dr. Badrul Munir Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
9. dr. Retnaningsih Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
10. dr. Indra Sari Kusuma Harahap Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Sekretaris Redaksi

1. dr. Bayan Basalamah Trisakti, Jakarta, Indonesia

Peninjau Sejawat

1. dr. Aris Catur Bintoro, Sp.S(K) Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
2. dr. Achmad Firdaus Sani, Sp.S(K), Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
3. Dr.dr.Ahmad Asmedi, SpS(K) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
4. dr. Abdul Gofir, SpS(K) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
5. Dr.dr. Abdulloh Machin, SpS(K) Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
6. Dr.dr Ahmad Yanuar, SpS(K) Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
7. Dr. dr. Aida Fitri, SpS(K) Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
8. dr. Astuti, Sp.S(K) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

9. dr. Arthur H.P. Mawuntu, Sp.S(K) Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
10. Dr. dr. Ahmad Rizal, SpS(K) Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
11. dr. Corry Novita Mahama, Sp.S(K). Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
12. Dr. dr. Cempaka Thurnisa, SpS(K) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
13. Dr. dr. David Gunawan Umbas, SpS(K) Universitas Hasanuddin, Makasar, Indonesia
14. dr. Devi Ariani, Sp.S(K) Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
15. dr. Devi Wuysang, SpS Universitas Hasanuddin, Makasar, Indonesia
16. dr. Dyah Rukmi, SpS(K) Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia
17. dr. Eka Musridharta, Sp.S, KIC, MARS RS PON JAKARTA
18. dr. Eva Dewati, Sp.S(K) Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
19. dr. Eko Arisetijono Marhaendroputra, Sp.S(K) Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
20. Dr.dr Fitri Octaviana, SPS(K) Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
21. Dr. dr. Herlyani Khosama, SpS(K) Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
22. dr. Isti Suharjati, SpS(K) Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
23. dr. Iskandar Nasution SpS, FINS Universitas Sumatera Utara, Medan, Indonesia
24. Dr. dr. I Made Oka Adnyana, SpS(K) Universitas Udayana, Bali, Indonesia
25. Dr. dr. Ismail Setyopranoto, Sp.S(K) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
26. dr J Eko Wahono, SpS Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
27. dr. Jimmy Barus, SpS, PhD UNIKA Atmajaya, Jakarta, Indonesia
28. Dr. dr. Junita Maja Pertiwi, SpS(K) Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
29. dr. Kusumo Dananjoyo, SpS(K) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
30. Dr.dr.Lisda Amalia, Sp.S(K) Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
31. dr. Manfaluthy Hakim, Sp.S(K) Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
32. dr. Mudjiani Basuki, SpS Universitas Airlangga, Surabaya, Indonesia
33. dr. Melke Joanne Tumboimbela, Sp.S(K) Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
34. dr. Nushrotul Lailiyya, Sp.S(K) Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
35. Dr. dr. Riwanti, SpS(K) Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
36. dr. Rizal Tumewah, Sp.S(K) Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia
37. dr. Rivan Danuaji, SpS(K) Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia
38. dr. Rakhmad Hidayat, Sp.S(K) Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
39. Dr. dr. Rocksy Fransisca Vidiaty Situmeang, SpS Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia
40. Dr. dr Rimawati Tedjasukmana, SpS, RPGST, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
41. Dr. dr. Sekar Satiti, SpS(K) Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
42. Dr. dr Suryani Gunadharma, SpS(K), M.Kes Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
43. Dr. dr. Shahdevi Nandar, SpS(K) Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia
44. dr Siti Aminah Sobana SpS(K).M.Si.Med Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
45. Prof. Salim Haris, MD, PhD, SpS(K), FICA Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia
46. dr Siti Aminah Sobana SpS(K).M.Si.Med Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia
47. dr. Syarif Indra, SpS Universitas Andalas, Padang, Indonesia
48. dr. Paulus Sugianto, SpS(K) Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
49. Dr. dr. Paulus Anam Ong, SpS(K) Universitas Padjajaran, Bandung, Indonesia
50. dr. Trianggoro Budisulistyo, SpS(K) Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
51. Dr.dr.Thomas Eko Purwata, SpS(K) Universitas Udayana, Bali, Indonesia
52. Dr. dr. Vivien Puspitasari, SpS, Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia
53. Dr. dr. Yuliarni Safrita, SpS(K) Universitas Andalas, Padang, Indonesia
54. Dr. dr. Yusak Mangara Tua Siahaan, Sp.S, FIPP, CIPS Universitas Pelita Harapan, Tangerang, Indonesia
55. dr. Yovita Andhitara, Sp.S, MSI.Med, Universitas Diponegoro, Semarang, Indonesia
56. Dr.dr Yuda Turana, SpS UNIKA Atmajaya, Jakarta, Indonesia
57. dr. Yohanna Kusuma, Sp.S Univesitas Airlangga, Surabaya, Indonesia

MANAJEMEN SPASTISITAS PALSI SEREBRAL MENGGUNAKAN TEKNIK *SELECTIVE PERCUTANEOUS MYOFASCIAL LENGTHENING*

DIAGNOSIS AND MANAGEMENT OF SPASTICITY IN CEREBRAL PALSY USING SELECTIVE PERCUTANEOUS MYOFASCIAL LENGTHENING TECHNIQUES

Prastiya Indra Gunawan*, Muhammad Rizki Darmawan M*, Riza Noviandi*

ABSTRACT

Cerebral palsy (CP) is a condition of a permanent and non-progressive defect in the brain that occurs at an early age. It interferes with brain development and shows abnormalities in position, muscle tone and motor coordination, and other neurological disorders. Recent diagnostic guidelines state that cerebral palsy can be established early. The first step in diagnosing cerebral palsy is identifying risk factors. Intervention in the structure and function of the body is the main domain in managing cerebral palsy. This intervention aims to correct anatomical structural abnormalities that can interfere the body function. Spasticity is the most common anatomical structural abnormality found in cerebral palsy. The Selective percutaneous myofascial lengthening (SPML) technique is helpful as a minimally invasive procedure that treats spasticity with more minor complications than conventional surgical techniques.

Keywords: *cerebral palsy, selective percutaneous myofascial lengthening, spasticity*

ABSTRAK

Palsi serebral merupakan suatu keadaan kerusakan jaringan otak yang menetap dan tidak progresif, terjadi pada usia dini sehingga mengganggu perkembangan otak dan menunjukkan kelainan posisi, tonus otot dan koordinasi motorik, serta kelainan neurologis lainnya. Pedoman diagnosis terbaru menyatakan bahwa palsi serebral dapat ditegakkan secara dini. Langkah awal dalam mendiagnosis palsi serebral dini yaitu dengan melakukan identifikasi faktor risiko. Intervensi pada struktur dan fungsi tubuh merupakan domain utama dalam penatalaksanaan palsi serebral. Intervensi ini bertujuan untuk memperbaiki kelainan struktur anatomis yang dapat mengganggu fungsi tubuh. Spastisitas merupakan bentuk kelainan struktur anatomis yang paling umum didapatkan pada palsi serebral. Teknik *Selective percutaneous myofascial lengthening* (SPML) dianggap sebagai tindakan invasif minimal yang bermanfaat dalam mengatasi spastisitas dengan komplikasi yang lebih ringan dibandingkan teknik pembedahan konvensional.

Kata kunci: *palsi serebral, selective percutaneous myofascial lengthening, spastisitas*

*Divisi Neurologi Departemen Ilmu Kesehatan Anak, FK Universitas Airlangga/RSUD Dr. Soetomo, Surabaya. **Korespondensi:** prastiya_ig@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Palsi serebral merupakan suatu keadaan kerusakan jaringan otak yang menetap dan tidak progresif, terjadi pada usia dini sehingga mengganggu perkembangan otak dan menunjukkan kelainan posisi, tonus otot dan koordinasi motorik, serta kelainan neurologis lainnya.¹ Palsi serebral saat ini masih menjadi permasalahan serius, hal ini dikarenakan terdapat peningkatan kasus palsi serebral dalam beberapa tahun terakhir, selain itu kelainan ini masih menjadi penyebab disabilitas fisik terbanyak pada anak-anak.

Angka kejadian palsi serebral bervariasi pada setiap negara. Total sebanyak 1-2 dari 1000 kelahiran hidup terdiagnosis palsi serebral pada usia 3 hingga 5 tahun. Prevalensi palsi serebral di negara barat relatif lebih stabil dibandingkan wilayah asia yaitu

berkisar antara 1,5–2,5 setiap 1000 kelahiran hidup.² Di Indonesia berdasarkan data susenas (BPS) tahun 2012, didapatkan sebanyak 532.130 anak menderita palsi serebral atau sekitar 0,6% dari jumlah seluruh anak di indonesia.³ Hasil survei lain yang dilakukan oleh Riskesdas (Riset Kesehatan Dasar) tahun 2014 menunjukkan bahwa prevalensi palsi serebral di Indonesia memiliki angka yang cukup besar yaitu 9 kasus setiap 1000 kelahiran.⁴

Upaya dalam menurunkan jumlah kasus serta morbiditas palsi serebral yaitu dengan menegakan diagnosis dini serta penatalaksanaan yang tepat. Diagnosis dini palsi serebral pada usia dibawah 18 bulan menjadi tantangan tersendiri bagi klinisi, hal ini dikarenakan tingkat kesalahan diagnosa palsi serebral lebih sering terjadi pada anak usia dibawah 18 bulan.⁵ Beberapa literatur menyatakan

bahwa diagnosa palsi serebral idealnya ditegakan saat usia 36 bulan sehubungan dengan kapasitas fungsi motorik yang reliabel pada usia tersebut.⁶ the burden of comorbidity was ascertained in a sample of children with cerebral palsy and stratified according to both neurologic subtype and functional capability with respect to gross motor skills. METHODS: The Quebec Cerebral Palsy Registry was utilized to identify children over a 4-year birth interval (1999-2002 inclusive). Adanya perbedaan waktu dalam mendiagnosis palsi serebral akan berdampak pada penatalaksanaan, terutama dalam menentukan jenis dan waktu memulai intervensi dengan tepat. Intervensi dini diharapkan mampu mengurangi disabilitas fisik pada anak palsi serebral.

Target primer penatalaksanaan medis pada anak-anak dengan palsi serebral adalah meningkatkan fungsi dan perkembangan anak. *The World Health Organization (WHO)'s International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)* menguraikan beberapa domain yang saling berkaitan dalam mendukung perkembangan dan fungsi anak. Menurut ICF domain tersebut meliputi 1. Struktur tubuh dan fungsi; 2. Aktivitas dan partisipasi; 3. Faktor lingkungan, dan; 4. Faktor personal. Hal ini yang menjadi dasar dalam pendekatan tatalaksana palsi serebral. Berdasarkan kerangka ICF tersebut, intervensi pada domain struktur dan fungsi tubuh merupakan poin utama dalam penatalaksanaan palsi serebral. Kontraktur dan spastisitas merupakan bentuk kelainan struktur anatomi tersering pada palsi serebral yang menyebabkan gangguan fungsional.⁷

Manajemen spastisitas pada palsi serebral merupakan tantangan tersendiri bagi klinisi. Tidak ada standarisasi dalam manajemen spastisitas pada palsi serebral. Secara umum intervensi pada palsi serebral meliputi intervensi non-pembedahan dan pembedahan. Intervensi non pembedahan meliputi terapi farmakologis, fisioterapi, intervensi nutrisi dan lingkungan. *American Academy of Neurology (AAN)* merekomendasikan beberapa terapi medikamentosa untuk mengatasi spastisitas diantaranya baclofen, diazepam, clonazepam, dantrolene, dan tizanidine. Terapi farmakologis lain yang umum diberikan adalah botulinum toksin. Botulinum toksin bekerja

dengan cara menghambat pelepasan asetilkolin pada tautan neuromuskular sehingga menyebabkan hambatan kontraksi sementara pada otot.⁸ Selain medikamentosa, fisioterapi juga merupakan intervensi non-pembedahan yang mendasar dalam mengatasi spastisitas. Rehabilitasi dan fisioterapi bertujuan untuk mengurangi hiperaktivitas otot pada kasus palsi serebral spastik.⁹

Intervensi pembedahan bertujuan untuk mengatasi komplikasi primer dan sekunder yang dialami. Teknik *selective percutaneous myofascial lengthening (SPML)* dianggap sebagai tindakan invasif minimal dibandingkan teknik pembedahan konvensional.¹⁰ Studi menunjukkan SPML mampu memberikan luaran yang baik dalam memperbaiki kemampuan motorik anak palsi serebral,¹¹ tetapi teknik tersebut belum banyak digunakan di berbagai negara, serta literatur mengenai tindakan SPML masih terbatas, sehingga efektifitas tindakan tersebut belum dapat dinilai. Berdasarkan hal tersebut, maka pengetahuan mengenai manajemen spastisitas pada palsi serebral dengan teknik SPML perlu ditingkatkan.¹¹

Palsi Serebral

Palsi serebral merupakan gangguan permanen pada perkembangan gerakan dan postur tubuh, yang dapat menyebabkan keterbatasan aktivitas. Kelainan ini pertama kali dideskripsikan oleh William Little pada tahun 1840 dan dapat digolongkan sebagai ensefalopati yang bersifat statis dan non progresif. Pola klinis palsi serebral dapat berubah seiring dengan pertumbuhan, perkembangan, serta maturasi dari sistem saraf pusat meskipun kerusakannya bersifat statis dan berasal dari lesi primer. Secara umum 50% kasus penyebab palsi serebral tidak dapat diidentifikasi. Risiko kerusakan otak dapat terjadi pada masa prenatal atau masa intrauterin, perinatal, maupun periode pasca natal.¹² Gangguan motorik pada palsi serebral sering disertai oleh gangguan sensasi, persepsi, kognisi, komunikasi dan perilaku, yang disebabkan oleh epilepsi dan masalah muskuloskeletal sekunder.¹²

Anak dengan palsi serebral berbeda secara klinis berdasarkan karakteristik jenis atau sifat

gangguan motorik, distribusi gangguan motorik, etiologi, jumlah anggota tubuh yang mengalami gangguan. Klasifikasi fungsional digunakan untuk melengkapi deskripsi aktivitas fungsional harian pada pasien palsy serebral berdasarkan *The World Health Organization's International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)* yang meliputi *Gross Motor Function Classification (GMFCS)*, *Manual Abilities Classification System (MACS) & Mini (MACS)*, *Communication Function Classification System (CFCS)*, dan *Eating & Drinking Ability Classification System (EDACS)*.¹³ GMFCS merupakan klasifikasi yang paling banyak digunakan. Klasifikasi ini adalah skala ordinal dengan membagi kategori fungsi mobilitas atau kemampuan gerak anak atau fungsi ekstremitas bawah dalam lima tingkatan.

Diagnosis Palsy Serebral

Penegakan diagnosis palsy serebral memerlukan waktu beberapa bulan sampai beberapa tahun setelah lahir, kecuali palsy serebral dengan gejala berat. Palsy serebral merupakan diagnosis klinis yang ditegakkan berdasarkan adanya faktor risiko pada bayi, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan penunjang. Berdasarkan sejarah perkembangan palsy serebral, beberapa pakar menyatakan bahwa diagnosis dini palsy serebral dapat memberikan hasil yang baik terhadap pengobatan.¹⁴

Rana, dkk. menyatakan bahwa diagnosis palsy serebral dilakukan berdasarkan penilaian klinis, terutama aspek motorik. Penilaian palsy serebral dapat meliputi gerakan berjalan anak, evaluasi postur, refleks tendon dan tonus otot.¹² Saat ini rekomendasi terbaru diagnosis palsy serebral menyatakan bahwa palsy serebral dapat ditegakkan secara dini. Langkah awal dalam mendiagnosis palsy serebral dini yaitu dengan melakukan identifikasi faktor risiko. Studi mengenai implementasi pedoman terbaru dalam diagnosis dini telah dilakukan di Amerika Serikat. Secara umum asesmen motorik yang digunakan sesuai dengan rekomendasi studi diagnosis dini palsy serebral 2017 meliputi *The Hammersmith Infant Neurological Examination (HINE)*, *General Movements (GMs)*, *Test of Infant*

Motor Performance (TIMP). Hasil studi menunjukkan bahwa usia diagnosis palsy serebral dapat ditegakkan lebih dini yaitu pada usia 9,5 bulan ($p=0,008$) setelah implementasi pedoman terbaru diagnosis palsy serebral dibandingkan dengan *baseline* (usia 19,5 bulan). Pada studi tersebut menyatakan bahwa rekomendasi terbaru diagnosis palsy serebral sesuai dan efektif digunakan pada bayi dengan risiko tinggi untuk menegakan diagnosis palsy serebral sebelum usia 1 tahun.¹⁵ Secara umum metode diagnosis palsy serebral meliputi identifikasi faktor risiko, anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan penunjang.

Hasil telaah sistematis yang dilakukan oleh Novak, dkk. menyatakan bahwa pada setengah populasi anak dengan palsy serebral memiliki risiko tinggi mengalami palsy serebral pada periode perinatal, sehingga diperlukan deteksi dini untuk menentukan risiko palsy serebral. Indikator risiko tinggi yang dimaksud meliputi prematuritas, pertumbuhan abnormal intrauterin, ensefalopati, kelainan genetik, dan kejang. Istilah kelompok bayi dengan risiko tinggi tersebut disebut sebagai *newborn-detectable risks for cerebral palsy*, dan pola tersebut terjadi sebelum usia koreksi 5 bulan. Setengah kelompok lainnya anak dengan palsy serebral, keterlambatan motorik merupakan gambaran klinis yang perlu diketahui oleh klinisi maupun orang tua. Gambaran ini terutama didapatkan pada kasus palsy serebral unilateral yang umumnya didapatkan keterlambatan motorik sejak dini seperti keterlambatan dalam menegakan kepala, tersenyum, dan mengunyah. Pola tersebut didapatkan apada usia koreksi anak lebih dari 5 bulan. Istilah pada kelompok anak dengan keterlambatan motorik tersebut adalah *infant detectable risk for cerebral palsy*.¹⁶

American Academy of Neurology (AAN) juga mempublikasi rekomendasi mengenai diagnostik palsy serebral. Identifikasi risiko palsy serebral juga merupakan langkah awal untuk menentukan diagnosa palsy serebral dini. Skrining palsy serebral dilakukan pada kelompok anak yang memiliki risiko palsy serebral. Faktor risiko yang dimaksud dalam rekomendasi AAN meliputi, adanya keterlambatan perkembangan atau retardasi mental, gangguan

penglihatan dan pendengaran, gangguan bahasa dan bicara, gangguan makan/menelan, dan riwayat kejang. AAN merekomendasikan pencitraan neurologi sebagai modalitas yang digunakan untuk menentukan diagnosis palsy serebral pada seluruh kelompok usia, terutama modalitas MRI.¹⁷

Modalitas diagnostik palsy serebral juga telah direkomendasikan oleh AAN. Pencitraan neurologi direkomendasikan untuk mengevaluasi anak dengan gangguan perkembangan motorik untuk menentukan etiologi serta diagnosis pasien (rekomendasi level A). MRI merupakan modalitas radiologi yang dipilih dalam deteksi dini palsy serebral, hal ini dikarenakan MRI lebih baik dalam memberikan gambaran dalam menentukan etiologi dan diagnosis palsy serebral.¹⁷ Pemeriksaan MRI perlu dilakukan sebelum dilakukan sedasi untuk menemukan gambaran abnormal struktur neuroanatomi pada area motorik otak (80%-90% prediktor palsy serebral). Hasil MRI yang normal tidak dapat menyingkirkan risiko palsy serebral.¹⁵

Manajemen Palsy Serebral

Target primer penatalaksanaan medis pada anak-anak dengan palsy serebral adalah meningkatkan fungsi dan perkembangan anak. Melibatkan anak dalam interaksi sosial seperti bermain, berkomunikasi, beraktivitas di sekolah dapat memperbaiki kualitas hidup pengasuh dan anak palsy serebral. Pendekatan tatalaksana palsy serebral secara tradisional hanya berfokus pada memperbaiki kelainan yang dialami oleh penderita palsy serebral dengan asumsi bahwa memperbaiki kelainan yang dialami dapat meningkatkan fungsi dan terapi medis yang berkelanjutan akan meningkatkan kualitas hidup pasien. Pendekatan tatalaksana saat ini telah mengalami pergeseran dan berfokus dalam meningkatkan fungsi dan partisipasi anak dalam lingkungan.⁷ ICF menguraikan beberapa domain yang saling berkaitan dalam mendukung perkembangan dan fungsi anak. Menurut ICF domain tersebut meliputi 1. Struktur tubuh dan fungsi; 2. Aktivitas dan partisipasi; 3. Faktor lingkungan, dan; 4. Faktor personal. Kerangka ICF tersebut menjadi dasar penatalaksanaan palsy serebral secara holistik

yaitu dengan melakukan pendekatan pada beberapa faktor yang berpengaruh pada perkembangan, terapi, dan fungsi pada anak palsy serebral.⁷

Intervensi pada struktur dan fungsi tubuh merupakan domain utama berdasarkan ICF. Intervensi ini bertujuan untuk memperbaiki kelainan struktur anatomis yang dapat mengganggu fungsi tubuh. Faktor neurologis primer seperti spastisitas, kelemahan, ketidakseimbangan, kontrol motorik yang buruk, serta faktor neurologis sekunder seperti kontraktur dan deformitas tulang dapat mengganggu fungsi motorik dan kemampuan berjalan anak palsy serebral. Kontraktur dan spastisitas merupakan bentuk kelainan tersering pada palsy serebral.¹⁸ Penatalaksanaan palsy serebral secara holistik dilakukan untuk mendukung anak dalam perkembangan sosial dan emosional, komunikasi, edukasi, nutrisi, mobilitas, dan kemandirian dalam kehidupan sehari-hari. Berdasarkan hal tersebut, maka intervensi pada palsy serebral melibatkan multidisiplin ilmu untuk meningkatkan kualitas hidup anak palsy serebral secara umum.

Manajemen Spastisitas

Spastisitas adalah suatu kondisi peningkatan tonus otot abnormal yang berhubungan dengan kecepatan gerak sehingga menyebabkan gangguan peregangan refleks otot. Lance menyatakan bahwa spastisitas merupakan kelainan motorik dengan karakteristik peningkatan tonus *stretch-reflexes* dengan hentakan tendon yang berlebihan sebagai akibat dari hipereksitabilitas *stretch reflexes*.¹⁸ Kondisi tersebut umumnya disebabkan oleh kerusakan lesi pada sistem *upper motor neuron*. Spastisitas terjadi oleh karena ketidakseimbangan neurotransmitter eksitatorik dan inhibitorik pada neuron motorik. Ketidakseimbangan tersebut menyebabkan perubahan keseimbangan sinyal antara sistem saraf dan otot. Ketidakseimbangan tersebut mencetuskan peningkatan aktivitas (eksitabilitas) pada otot.¹⁸

Tujuan mengatasi spastisitas adalah untuk mengurangi nyeri dan spasme otot, memperbaiki postur, meminimalisir kontraktur dan deformitas, dan memperbaiki kualitas dan kemandirian pasien.

Asesmen adekuat terkait gangguan spesifik spastisitas yang menyebabkan disabilitas penting dilakukan untuk menentukan intervensi yang sesuai. Intervensi disesuaikan berdasarkan derajat fungsional yang disebabkan oleh spastisitas dan lokasinya.¹⁹

Manajemen spastisitas pada palsy serebral merupakan tantangan tersendiri bagi klinisi. Tidak ada standarisasi manajemen spastisitas pada palsy serebral. Secara umum manajemen spastisitas pada palsy serebral meliputi terapi non-pembedahan dan terapi pembedahan. Berdasarkan hasil intervensi dapat diklasifikasikan bersifat sementara dan permanen, serta parsial dan general.

Terapi Pembedahan

Prosedur pembedahan memiliki peran penting pada terapi palsy serebral. Gangguan motorik yang terjadi pada palsy serebral sering kali bersamaan dengan gangguan sensasi, persepsi, komunikasi, sikap dan kognisi. Kerusakan otak yang terjadi pada palsy serebral bersifat non-progresif, akan tetapi manifestasi muskuloletal yang ada dapat bersifat progresif. Palsy serebral mempengaruhi pertumbuhan otot sehingga menyebabkan perbedaan antara pertumbuhan tulang dan otot. Kelainan tersebut menyebabkan deformitas tulang dan persendian, penurunan fungsi otot, dan nyeri. Permasalahan tersebut akan berkembang seiring dengan penambahan usia, sehingga terapi bedah khususnya di bidang ortopedi memiliki peranan penting pada manajemen palsy serebral secara umum. Disiplin ilmu ortopedi terlibat dalam hal mengatasi spastisitas, kontraktur, dislokasi sendi, deformitas tulang, dan memperbaiki fungsi muskuloletal secara umum dan kemampuan berjalan (ambulasi).⁹

Intervensi di bidang ortopedi belum tentu memiliki efek langsung terhadap spastisitas yang terjadi pada palsy serebral, tetapi intervensi ini digunakan untuk memperbaiki kelainan sekunder akibat kondisi hipertonus. Kondisi hipertonus meliputi perubahan pada panjang otot yang menyebabkan kontraktur serta penurunan fungsional gerak. Intervensi ortopedi ditentukan berdasarkan maturasi sistem susunan saraf pusat, potensi ambulasi dan kecepatan perkembangan menjadi kontraktur

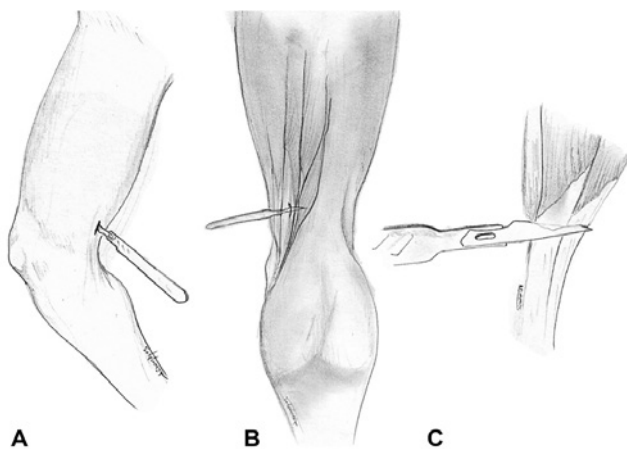
dan *lever arm dysfunction* (LAD). Adanya dislokasi panggul merupakan indikasi absolut untuk dilakukan tindakan bedah ortopedi.⁹

Tujuan terapi di bidang ortopedi secara umum adalah untuk menurunkan derajat spastisitas, memperbaiki kontraktur, menyederhanakan sistem kontrol, menghemat tenaga, dan memperbaiki LAD dan subluksasi/dislokasi sendi (paling banyak panggul). Bentuk intervensi ortopedi pada palsy serebral secara umum meliputi *musculotendinous release* dan memperpanjang unit muskulotendinosa, transfer tendon, osteotomi dan artrodesis. Teknik operasi konvensional di bidang ortopedi meliputi *tendon lengthening* atau *tendon transfer*, *bone fusions*, dan derotasi osteotomi yang merupakan prosedur pembedahan terbuka. Tindakan tersebut berkaitan dengan peningkatan komplikasi, menambah durasi perawatan di rumah sakit, sindrom kompartemen, osifikasi heterotopik, jaringan parut pada tendon, dan revisi operasi. Sehubungan dengan hal tersebut, teknik operasi dengan tindakan invasif yang minimal diharapkan mampu mengurangi komplikasi pasca pembedahan. Metode SPML merupakan salah satu teknik pembedahan invasif minimal untuk menangani palsy serebral, akan tetapi belum cukup bukti mengenai keberhasilan teknik tersebut dibandingkan teknik lainnya.⁹

Selective Percutaneous Myofascial Lengthening

Selective percutaneous myofascial lengthening merupakan teknik pembedahan minimal yang bermanfaat dalam memperbaiki spastisitas pada kasus palsy serebral terutama jika dikombinasikan dengan fisioterapi.²⁰ Teknik ini dirancang untuk memperpanjang otot yang spastik pada ekstrimitas inferior. Teknik ini sebenarnya telah berkembang sejak 20 tahun yang lalu yang digunakan pada anak-anak dengan kondisi penyakit jantung berat serta terdapat kontra indikasi dilakukan sedasi general. Inisiasi teknik SPML yaitu dengan melakukan sayatan kecil 2-3 mm di myofascia (menyerupai cangkuk kulit) pada permukaan otot, ketika myofascia telah dipotong maka otot akan lebih mudah meregang. SPML dikelompokkan sebagai teknik bedah invasif minimal, atau '*key-hole operation*', sehingga SPML

dapat dilakukan sebagai prosedur rawat jalan. SPML umumnya dilakukan dengan anestesi umum. SPML merupakan prosedur yang jarang, bahkan tidak menimbulkan jaringan parut. Namun, karena dilakukan secara perkutan (melalui kulit), hanya otot-otot tertentu yang dekat dengan kulit yang dapat dijangkau untuk memotong myofascia. Hal ini menyebabkan beberapa otot yang juga berkontraksi tidak dapat terjangkau oleh prosedur SPML. Operator pembedahan SPML melakukan pembedahan tanpa dapat melihat bagian otot atau tendon yang sedang dipotong. Hal ini menyebabkan kesulitan dalam mengetahui kerusakan tambahan yang mungkin terjadi pada otot, yang berpotensi menimbulkan banyak kerugian. Pada anak dengan spastisitas, bisa terdapat masalah ortopedi lainnya seperti kelainan bentuk tulang yang tidak dapat diatasi dengan SPML.²¹ Secara umum prosedur pembedahan dengan SPML meliputi empat komponen yaitu pemanjangan fascia otot aduktor panggul, blok persarafan obturator dengan etanol (ETOH), pemanjangan otot hamstring dan pemanjangan otot gastrocnemius.²²



Gambar 1. Teknik Pembedahan *Selective Percutaneous Myofascial Lengthening*¹⁰

Selective percutaneous myofascial lengthening merupakan teknik pembedahan yang dapat diaplikasikan pada kasus palsy serebral dengan penyakit kronis, spina bifida, kelainan kongenital, dan beberapa kondisi dengan permasalahan rekonstruktif. Kelebihan dari teknik SPML meliputi durasi anestesi yang lebih singkat, insisi lebih kecil, menurunkan derajat nyeri pasca operasi dan jaringan

parut minimal. Laporan kasus oleh Nuzzo, dkk. menunjukkan bahwa SPML menurunkan derajat nyeri pasca operasi, meningkatkan *range of motion* (ROM) dan waktu pemulihan lebih cepat dibandingkan prosedur lain.²³

Studi Mitsiokapa, dkk. pada 58 anak palsy serebral tipe spastik di Yunani yang dilakukan prosedur pembedahan dengan teknik SPML pada kelompok otot aduktor panggul dan medial atau lateral hamstring menunjukkan adanya penurunan derajat spastisitas pada palsy serebral. Mayoritas indikasi operasi pasien pada studi tersebut adalah kontraktur yang mempengaruhi kemampuan anak untuk duduk dan berjalan. Pada studi tersebut seluruh anak dilakukan penilaian fungsi motorik sebelum dilakukan prosedur menggunakan GMFCS. GMFCS tidak digunakan sebagai indikator keberhasilan teknik pembedahan karena nilai GMFCS stabil pada 80-85% anak terlepas dari intervensi yang dilakukan. Evaluasi keberhasilan dilakukan dengan menggunakan alat *gross motor function measure* (GMFM-88). Hasil studi menunjukkan bahwa rerata waktu yang digunakan untuk tindakan tersebut adalah 14 menit, dengan sayatan minimal serta tidak didapatkan komplikasi berupa infeksi, kelemahan saraf, dan komplikasi perdarahan. Revisi pembedahan dilakukan pada 3 pasien. Hasil observasi dalam jangka waktu 2 tahun menunjukkan adanya kenaikan 1 tingkat level GMFCS pada 34 anak dan 2 tingkat pada 5 anak. Nilai perbaikan fungsi motorik GMFM berkisar dari 71,19 sampai 83,19.¹¹ Hasil yang sama ditunjukkan pada studi yang dilakukan oleh Wild yang menyatakan bahwa teknik SPML dapat memperbaiki fungsi ekstensor otot hamstring pada kasus palsy serebral dengan manifestasi fleksi-lutut. Teknik ini merupakan pilihan metode yang tepat dan bermanfaat pada *ambulatory* palsy serebral.²²

Studi terbaru mengenai efektifitas SPML dilakukan oleh Skoutelis, dkk. pada kelompok anak palsy serebral tipe spastik usia 5-7 tahun GMFCS II-IV. Asesmen fungsi motorik ekstrimitas inferior dan kekuatan otot dilakukan sebelum dan setelah dilakukan pembedahan dengan teknik SPML dengan menggunakan *The global gait graph deviation index* (GGDI) dan *isometric muscle strength* (hand-

held dynamometry). Hasil studi menunjukkan bahwa intervensi SPML yang diikuti fisioterapi dapat meningkatkan skor GGDI ($p < 0,05$) dan peningkatan kekuatan otot panggul, ekstensor, adduktor, otot lutut dan otot-otot dorsiflexor telapak kaki ($p < 0,05$). GMFCS juga digunakan mengevaluasi pasca pembedahan pada studi tersebut. Hasil studi menunjukkan bahwa 9 dari 10 anak mengalami peningkatan GMFCS.¹⁰ Hasil tersebut menunjukkan bahwa SPML memiliki efektifitas yang sama dengan teknik pembedahan tradisional dalam memperbaiki fungsi motorik dan ROM sendi pada anak palsy serebral.²⁰

Hasil studi yang berbeda didapatkan pada studi yang dilakukan oleh Mansour, dkk. pada 31 lutut pada 18 pasien palsy serebral tipe spastik dengan manifestasi fleksi-lutut di Lebanon. Sebagian pasien dilakukan operasi dengan teknik SPML dan sebagai pembandingnya sebagian dilakukan dengan teknik *completer fractional lengthening* (OHL). Indikator keberhasilan tindakan operasi adalah penurunan nilai sudut poplitea. Hasil studi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua teknik operasi, akan tetapi hasil studi tersebut menunjukkan bahwa teknik OHL menghasilkan penurunan sudut yang lebih besar dibandingkan SPML. Kelebihan dari teknik SPML adalah lebih cepat serta memiliki prosedur yang sederhana, akan tetapi teknik ini tidak dapat digunakan sebagai terapi rutin pada palsy serebral dengan manifestasi kontraktur pada otot medial hamstring. Hal ini dikarenakan teknik ini memiliki keterampilan khusus dalam identifikasi dan evaluasi jaringan otot yang akan dilakukan tindakan SPML. Ketidakakuratan dalam menentukan jaringan yang akan dipotong dapat berisiko menimbulkan kerusakan luas jaringan otot, sehingga pada kasus kontraktur otot hamstring tindakan OHL dinilai lebih efektif dan aman dikerjakan.²⁴ Hasil studi yang serupa didapatkan oleh Hacache, dkk. yang menyatakan bahwa teknik SPML tidak dapat digunakan sebagai teknik standar operasi terutama pada kasus kontraktur otot panggul hal ini dikarenakan risiko tinggi perdarahan meskipun prosedur telah dilakukan secara tepat oleh ahli yang berpengalaman. Pada studi tersebut juga didapatkan

bahwa fungsi abduksi otot panggul tidak mengalami perbaikan yang signifikan setelah dilakukan pembedahan dengan teknik SPML.²⁵

Berdasarkan uraian beberapa studi diatas menunjukkan bahwa teknik SPML masih belum banyak digunakan dalam menangani spastisitas pada palsy serebral. Pertimbangan dasar dalam memilih terapi yang paling memungkinkan untuk mengatasi spastisitas pada palsy serebral adalah usia anak dan tujuan akhir kondisi umum anak.²⁶ Usia menjadi pertimbangan dasar karena berkaitan dengan pertumbuhan dan mielinisasi otak anak. Usia ideal saat memilih prosedur SPML adalah usia 4-8 tahun. SPML memiliki beberapa keunggulan dibandingkan teknik operasi terbuka terutama dalam hal efisiensi waktu, serta komplikasi yang lebih minimal dibandingkan teknik pembedahan terbuka.

Efektivitas terapi SPML ditentukan oleh beberapa faktor diantaranya adalah lokasi serta manifestasi spastisitas yang muncul, sehingga metode SPML tidak dapat digunakan sebagai teknik rutin dalam intervensi ortopedi pada kasus palsy serebral.²⁰ Teknik SPML juga dapat meningkatkan risiko perdarahan jika dilakukan pembedahan pada otot panggul, sehingga diperlukan keahlian khusus untuk melaksanakan teknik tersebut, dan teknik tersebut tidak dapat dijadikan standar teknik operasi pada palsy serebral. Keberhasilan terapi juga ditentukan oleh fisioterapi pasca operasi, fisioterapi berperan dalam memperbaiki fungsi motorik secara umum setelah intervensi ortopedi.

KESIMPULAN

Palsy serebral merupakan suatu keadaan kerusakan jaringan otak yang menetap dan tidak progresif. Diagnosis palsy serebral atau risiko tinggi palsy serebral dapat dilakukan secara dini dan akurat berdasarkan klinis dan kombinasi dengan alat diagnostik yang telah terstandarisasi. Identifikasi risiko tinggi palsy serebral secara dini merupakan langkah awal dalam menentukan diagnosis dini untuk menentukan intervensi spesifik gangguan yang dialami.

Selective percutaneous myofascial lengthening merupakan salah satu teknik pembedahan minimal

yang bermanfaat dalam memperbaiki spastisitas pada kasus palsy serebral terutama jika dikombinasikan dengan fisioterapi. Kelebihan dari teknik SPML meliputi durasi anestesi yang lebih singkat, insisi lebih kecil, menurunkan derajat nyeri pasca operasi dan jaringan parut minimal. Teknik SPML tidak dapat digunakan pada seluruh kasus spastisitas palsy serebral, hal ini ditentukan oleh lokasi serta kelainan motorik yang ada.

References

1. Wibowo AR, Saputra DR. Prevalens dan Profil Klinis pada Anak Palsy Serebral Spastik dengan Epilepsi. 2012;14(1):1–7.
2. Seal A, Robinson G, Kelly AM, Williams J, Keith M. Children with Neurodevelopmental Disabilities: The Essential Guide to Assessment and Management. 2013;743.
3. Kementerian Kesehatan. Buletin jendela data dan informasi kesehatan: Situasi penyandang disabilitas. [Internet]. 2014 [cited 2020 Jun 19]. Available from: <https://pusdatin.kemkes.go.id/article/view/15033100002/situasi-penyandang-disabilitas.html>
4. Kementerian Kesehatan dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Hasil utama Riskesdas 2014 [Internet]. [cited 2020 Jun 19]. Available from: <https://www.kemkes.go.id/resources/download/info-terkini/hasilriskesdas-2014.pdf>
5. Bosanquet M. A systematic review of tests to predict cerebral palsy in young children. 2013;
6. Shevell M, Dagenais L, Hall N. Comorbidities in cerebral palsy and their relationship to neurologic subtype and GMFCS level. *Neurology*. Neurology; 2009 [cited 2021 Jul 29];72(24):2090–6. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19528515/>
7. Jindal P. Treatment and re / habilitation of children with cerebral palsy in India : a scoping review. 2019;(1).
8. Delgado MR, Hirtz D, Aisen M, Ashwal S, Fehlings DL, McLaughlin J, et al. Practice Parameter : Pharmacologic treatment of spasticity in children and adolescents with cerebral palsy (an evidence-based review) *Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society*. 2010;
9. Sharan D. Orthopedic surgery in cerebral palsy: Instructional course lecture. 2017;(May).
10. Mitsiokapa EA, Mavrogenis AF, Skouteli H, Vrettos SG, Tzanos G, Kanellopoulos AD. Selective percutaneous myofascial lengthening of the lower extremities in children with spastic cerebral palsy. 2010;27:335–43.
11. Faraji M, Yngve D. The Effect of Cerebral Palsy Disease Severity, Socioeconomic Status, and Educational Background on Selective Percutaneous Myofascial Lengthening Reoperation Rates. 2020;12(3).
12. Rana M, Upadhyay J, Rana A, Durgapal S, Jantwal A. A Systematic Review on Etiology , Epidemiology, and Treatment of Cerebral Palsy. 2017;76–83.
13. Rethlefsen S, Ryan D, Kay R. Classification systems in cerebral palsy. *Orthop Clin North Am. Orthop Clin North Am*; 2010 [cited 2021 Jul 29];41(4):457–67. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20868878/>
14. Kliegman R, Stanton B, St Geme III J, Schor N. Growth, Development & Behavior. *Nelson Textbook of Pediatrics*. 20th ed. Elsevier; 2016. p. 48–123.
15. Maitre NL, Burton VJ, Duncan AF, Iyer S, Ostrander B. Network Implementation of Guideline for Early Detection Decreases Age at Cerebral Palsy Diagnosis. 2020;145(5).
16. Novak I, Morgan C, Adde L, Blackman J, Boyd R, Brunstrom-Hernandez J, et al. Early, Accurate Diagnosis and Early Intervention in Cerebral Palsy: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA Pediatr. JAMA Pediatr*; 2017 [cited 2021 Jul 29];171(9):897–907. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28715518/>
17. American Academy of Neurology Guideline. Practice Parameter: Diagnostic Assessment of the child with cerebral palsy. [Internet]. 2017 [cited 2020 Jun 20]. Available from: www.aan.com/professionals/practice/index.cfm
18. Trompetto C, Marinelli L, Mori L, Pelosin E, Currà A, Molfetta L, et al. Pathophysiology of spasticity: implications for neurorehabilitation. *Biomed Res Int. Biomed Res Int*; 2014 [cited 2021 Jul 29];2014. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25530960/>
19. Shamsoddini A, Amirsalari S, Hollisaz M, Rahimnia A. Management of Spasticity in Children with Cerebral Palsy Definitions of Spasticity Causes of Spasticity Measuring Spasticity. 2014;24(4):345–51.
20. Skoutelis V, Kanellopoulos A, Vrettos S, Gkimas G, Kontogeorgakos V. Improving gait and lower-limb muscle strength in children with cerebral palsy following Selective Percutaneous Myofascial Lengthening and functional physiotherapy. *NeuroRehabilitation. NeuroRehabilitation*; 2018 [cited 2021 Jul 29];43(4):361–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30400115/>
21. What's the Evidence? Is Selective Percutaneous Myofascial Lengthening an Effective Treatment for Children with Cerebral Palsy? 2018;

22. Wild DL. Outcomes of Selective Percutaneous Myofascial Lengthening Surgery (SPML) In Children with Lower Extremity Spasticity. 2009;
23. Nuzzo R. SPMLs: selective percutaneous myofascial lengthening in velocity-dependant neuromuscular gammaefferent high-gain feedback oscillation syndromes—or how I came to like the word “percs.” *Cereb Palsy Mag.* 2004;2(4):30–7.
24. Mansour T, Derienne J, Daher M, Sarraf D, Zoghbi Y, Ghanem I. Is percutaneous medial hamstring myofascial lengthening as anatomically effective and safe as the open procedure ? 2017;
25. Hachache B, Eid T, Ghosn E, Sebaaly A, Kharrat K. Is percutaneous proximal gracilis tenotomy as effective and safe as the open procedure ? *J Child Orthop.* Springer Berlin Heidelberg; 2015;9(6):477–81.
26. Velnar T, Spazzapan P, Rodi Z, Kos N, Bosnjak R. Selective dorsal rhizotomy in cerebral palsy spasticity - a newly established operative technique in Slovenia: A case report and review of literature. *World J Clin cases.* *World J Clin Cases*; 2019 [cited 2021 Jul 29];7(10):1133–41. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31183344/>