

BAHAN AJAR

MATI BATANG OTAK

Nama Mata Kuliah/Bobot SKS	: Sistem Neuropsikiatri / 8 SKS
Standar Kompetensi	: area kompetensi 5: landasan ilmiah kedokteran
Kompetensi Dasar	: menerapkan ilmu kedokteran klinik pada sistem neuropsikiatri
Indikator	:menegakkan diagnosis dan melakukan penatalaksanaan awal sebelum dirujuk sebagai kasus emergensi
Level Kompetensi	:2
Alokasi Waktu	: 2 x 50 menit

1. Tujuan Instruksional Umum (TIU) :

Mampu mengenali dan mendiagnosis penyakit-penyakit pada kondisi penurunan kesadaran serta melakukan penanganan sesuai dengan tingkat kompetensi yang ditentukan, dan melakukan rujukan bila perlu.

2. Tujuan Instruksional Khusus (TIK) :

- a. Mampu menyebutkan patogenesis terjadinya mati batang otak
- b. Mampu melakukan penapisan / penegakan diagnosis *mati batang otak*
- c. Mampu melakukan promosi kesehatan dan pencegahan *mati batang otak*

Isi Materi:

BAB I

PENDAHULUAN

Jauh sebelum perkembangan teknologi yang modern, banyak orang menganggap bahwa kematian terjadi ketika detak jantung dan pernapasan berhenti dan jiwa yang meninggalkan tubuh kita. Meskipun demikian, konsep baru tentang kematian mulai berkembang seiring berkembangnya teknologi memaksa pengobatan dan masyarakat untuk mendefinisikan kembali diagnosis *cardio-respiratory* sebagai diagnosis kematian dari pusat otak.⁽¹⁾

Sementara kita kaitkan atau bahkan mengidentifikasi kematian manusia dengan hilangnya kesadaran, kita juga menyadari bahwa kematian merupakan fenomena biologis yang terjadi setiap kali makhluk hidup berhenti menjadi hidup.⁽¹⁾

Pada kemajuan teknologi dan ilmiah yang terakhir telah disediakan ventilator mekanik yang efektif dan resusitasi jantung-paru sebagai upaya dokter untuk penghidupan kembali di akhir 1950-an namun hal tersebut menjadi mustahil saat ternyata diketahui bahwa otak telah mengalami kematian atau dengan kata lain nonfungsional sedangkan organ lainnya tetap berfungsi. Pertanyaannya adalah Apakah pasien tersebut hidup atau mati? Ini secara radikal mengubah cara berpikir manusia tentang kematian manusia. Hal tersebut merupakan titik balik ketika definisi kematian otak mulai diterima secara bertahap sebagai kematian dari seseorang individu.⁽¹⁾

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

I. DEFINISI

Walaupun kematian batang otak mudah dipahami dalam sebuah konsep namun untuk menjelaskan dalam kata-kata definisi dari kematian batang otak adalah hal yang cukup sulit. Pada jaman Mesir kuno dan Yunani “Kematian adalah ketika jantung yang merupakan bagian vital dari jiwa seorang manusia berhenti berdetak”. (steven laureys, death unconsciousness and the brain)⁽²⁾

Moses Maimonides sosok intelektual abad pertengahan (1135-1204) merupakan orang pertama yang mempertimbangkan bahwa kematian setara dengan hilangnya fungsi otak secara *irreversibel*. (steven laureys, death unconsciousness and the brain)⁽²⁾

Pada tahun 1959, Mollaret dan Goulon memperkenalkan istilah “**koma dépassé**” atau dengan kata lain irreversible koma dengan mendeskripsikan 23 pasien koma yang telah hilang kesadaran, refleks batang otak, pernafasan serta electroencephalogram yang datar. Pada tahun 1968, komite Ad Hoc di Harvard Medical School mendefinisikan ulang kematian adalah koma yang irreversible. (steven laureys, death unconsciousness and the brain)⁽²⁾

Mc Mahan Jeff, dalam jurnalnya Brain death, Cortical death and persistent vegetative state mendefinisikan kematian otak adalah hilangnya fungsi otak yang irreversible yaitu kesadaran dan fungsi integrasi sistemik terhadap organ secara keseluruhan tanpa pemulihan yang berarti adalah akhir dari kehidupan. (cedg mc mahan)⁽³⁾

Calixto Machado, Institute of Neurology and Neurosurgery, Dept of Clinical Neurophysiology dalam Jurnal Neurologi Internasional 2010 mendefinisikan

Kematian otak sebagai gejala klinis dari otak yang ditandai dengan penghentian kerja otak yang irreversibel, disebut koma, refleks batang otak tidak ada dan disertai *apnea*. Mekanisme yang paling umum dari kematian otak adalah manifestasi dari peningkatan tekanan intrakranial ke titik di luar tekanan arteri rata-rata. Sehingga tekanan perfusi darah ke otak menurun yang pada akhirnya menyebabkan *permanent cytotoxic injury* pada jaringan saraf di intrakranial. (neurology international 2010 vol 2 e2)⁽¹⁾

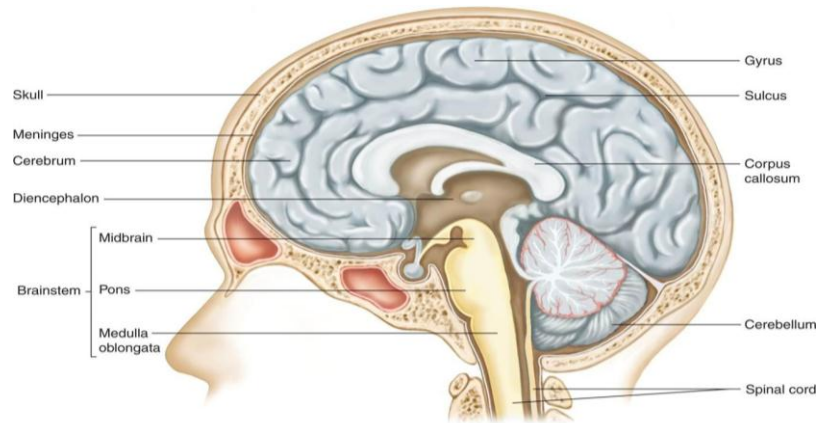
Di Indonesia telah ditetapkan di Undang-undang No 36 tahun 2009 tentang Kesehatan pasal 117 bahwa “Seseorang dinyatakan mati apabila fungsi sistem jantung, sirkulasi dan sistem pernafasan terbukti telah berhenti secara permanen, atau apabila kematian batang otak telah dapat dibuktikan.”. (uu no 36 thn 2009)⁽⁴⁾

Dari berbagai sumber yang telah menjelaskan tentang definisi kematian batang otak maka disimpulkan kematian batang otak atau dikenal dengan istilah “brain death” adalah hilangnya fungsi otak yang irreversibel dan merupakan akhir dari seluruh kehidupan seorang individu.

II. ANATOMI DAN FISILOGI OTAK

Sistem saraf mengoordinasi dan mengorganisasi fungsi semua sistem tubuh. Jaringan yang begitu rumit dalam bentuk reseptor-reseptor yang saling terkait dengan neurotransmitter ini merupakan sebuah sistem yang dinamis. Sistem ini mengendalikan dan mengatur setiap fungsi mental dan fisik. Sistem saraf terdiri dari sistem saraf pusat, yang meliputi otak dan medula spinalis, dan sistem saraf perifer, yang terdiri atas nervus kranialis dan nervus spinalis.⁽⁵⁾

Otak terdiri dari empat bagian yaitu serebrum, serebelum, struktur primitif, dan batang otak. Masing-masing dari keempat bagian ini berperan sebagai pusat pengaturan untuk suatu mekanisme yang berbeda, tetapi tetap merupakan suatu sistem yang saling terintegrasi dan memiliki hubungan keterkaitan yang kuat.⁽⁵⁾



Serebrum

Terdiri dari dua hemisfer, kanan dan kiri, yang dihubungkan oleh korpus kalosum. Setiap hemisfer dibagi menjadi empat lobus berdasarkan patokan anatomi dan perbedaan fungsinya. Lobus-lobus ini diberi nama sesuai nama tulang kranial yang menutupinya :

- Lobus frontalis, mempengaruhi kepribadian, penilaian, kemampuan berpikir abstrak, perilaku sosial, ekspresi bahasa, dan gerakan.
- Lobus temporalis, mengendalikan pendengaran, pemahaman bahasa, dan menyimpan serta mengingat memori (meskipun memori disimpan di seluruh otak).
- Lobus parietalis, menginterpretasi dan mengintegrasikan rasa, yang meliputi rasa nyeri, suhu dan sentuhan, juga menginterpretasi ukuran, bentuk, jarak, dan tekstur.
- Lobus oksipitalis, terutama berfungsi dalam menginterpretasi stimulus visual.

Serebelum

Serebelum berperan dalam mempertahankan tonus otot, mengkoordinasi gerakan otot, dan mengendalikan keseimbangan.

Struktur Primitif

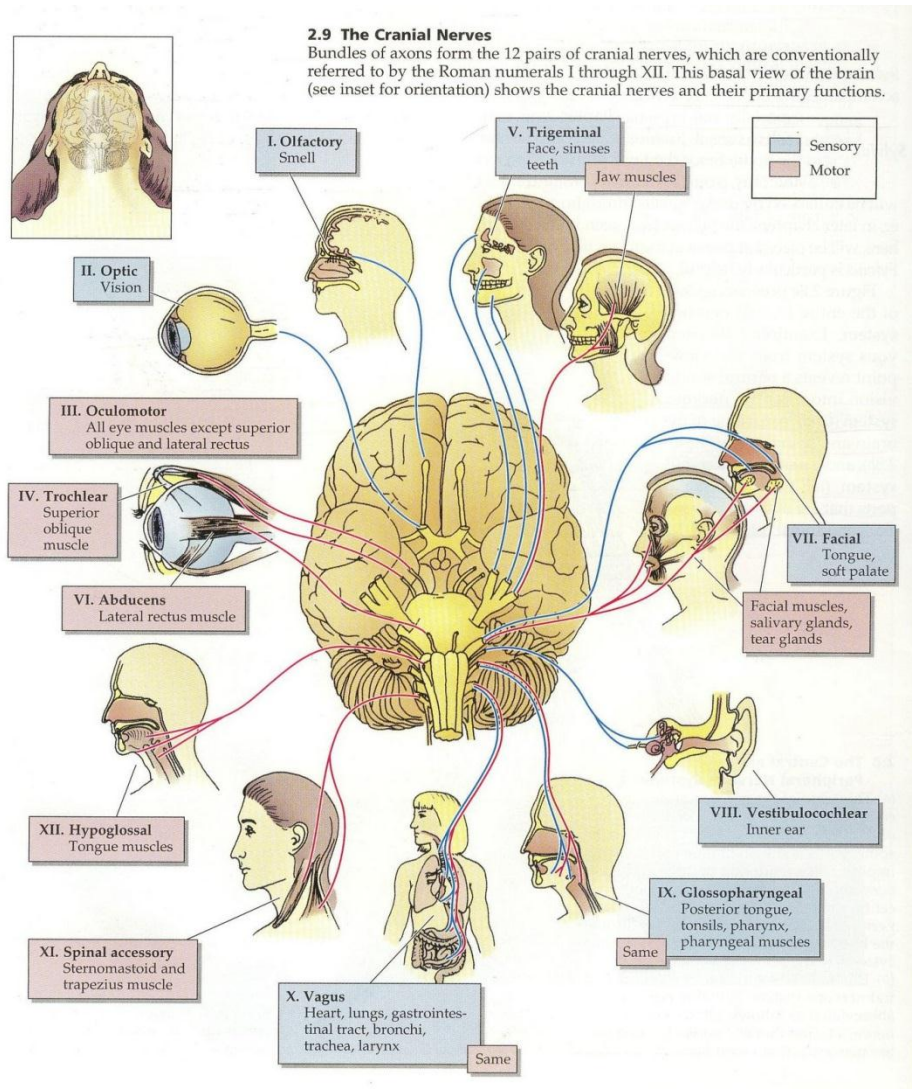
- Diensefalon, struktur di bawah hemisfer serebri yang terdiri dari talamus dan hipotalamus. Talamus berperan dalam kesadaran akan rasa nyeri, skrining untuk semua stimulus yang datang, dan pemfokusan perhatian. Sedangkan hipotalamus mengontrol dan mempengaruhi suhu tubuh, selera makan, keseimbangan air, sekresi hipofisis, emosi dan fungsi otonom yang meliputi siklus tidur dan bangun.
- Sistem limbik, struktur yang terletak di bagian dalam dari lobus temporalis ini berperan dalam memulai dorongan primitif (rasa lapar, agresi, dan pembangkitan nafsu seksual serta emosi) dan menyaring semua pesan sensorik yang berjalan menuju ke korteks serebri.
- RAS (Reticular Activating System), jalinan difus dari neuron yang hipereksital dan menyebar seperti kipas dari batang otak hingga korteks serebri. Bagian ini berfungsi menyaring semua informasi sensorik yang datang dan menyalurkannya ke daerah otak yang tepat untuk diinterpretasi. Aktivitas dari RAS juga menstimulasi keadaan terjaga.

Batang Otak

Bagian-bagian batang otak dari atas ke bawah adalah :

- Mesensefalon, berperan dalam mengantari refleks auditorius dan visual.
- Pons, berfungsi menghubungkan serebelum dengan serebrum dan mesensefalon dengan medula oblongata, selain itu pons mengandung satu dari beberapa pusat pernapasan.
- Medula oblongata, berperan terutama dalam mengatur fungsi respirasi, vasomotor dan kardiak.

Batang otak mengandung 10 nuklei dari 12 pasang nervus kranialis yang mempersarafi daerah wajah dan leher. Fungsi dan komponen tiap-tiap saraf ini dapat dilihat pada gambar berikut :⁽⁵⁾



Gambar 2

Cerebral Blood Flow

Seperti jaringan tubuh yang lain, otak sangat bergantung pada aliran darah yang memadai untuk nutrisi dan pembuangan sisa-sisa metabolismenya. Suplai darah arteri ke otak merupakan suatu jalinan pembuluh-pembuluh darah yang bercabang-cabang, berhubungan erat satu dengan yang lain sehingga dapat menjamin suplai darah yang adekuat untuk sel. Otak manusia hanya mengambil porsi 2% dari berat badan orang dewasa, tetapi memerlukan 20% dari pemakaian oksigen seluruh tubuh⁽⁶⁾. Jaringan otak sangat rentan, otak memerlukan paling banyak energi yang seluruhnya bersala

dari metabolime aerob glukosa, akan tetapi tidak dapat menyimpan cadangan glukosa dan oksigen untuk kebutuhannya, sehingga otak mutlak memerlukan aliran darah yang bersifat konstan dan kontinu. Sehubungan dengan hal ini, pembuluh darah yang menyuplai otak memiliki kemampuan autoregulasi, yaitu kemampuannya untuk menyesuaikan lumennya pada ruang lingkungannya sedemikian rupa sehingga aliran darah tetap adekuat, walaupun tekanan perfusi berubah. ⁽⁶⁾

III. ETIOLOGI

Kematian otak ditandai dengan koma, apneu dan hilangnya semua refleksi batang otak. Diagnosis klinis ini pertama kali disampaikan dalam kepustakaan kedokteran pada tahun 1959 dan kemudian digunakan dalam praktik kedokteran pada dekade berikutnya pada bidang trauma klinis yang spesifik. Kebanyakan kasus kematian dapat didiagnosis di tempat tidur pasien. ⁽⁸⁾

Penyebab umum kematian otak termasuk trauma, perdarahan intrakranial, hipoksia, overdosis obat, tenggelam, tumor otak primer, meningitis, pembunuhan dan bunuh diri. Dalam kepustakaan lain, hipoglikemia jangka panjang disebut sebagai penyebab kematian otak. ⁽⁸⁾

IV. PATOMEKANISME

Patofisiologi penting terjadinya kematian otak adalah peningkatan hebat tekanan intrakranial (TIK) yang disebabkan perdarahan atau edema otak. Jika TIK meningkat mendekati tekanan darah arterial, kemudian tekanan perfusi serebral (TPS) mendekati nol, maka perfusi serebral akan terhenti dan kematian otak terjadi. ⁽⁷⁾

Aliran darah normal yang melalui jaringan otak pada orang dewasa rata-rata sekitar 50 sampai 60 mililiter per 100 gram otak per menit. Untuk seluruh otak, yang kira-kira beratnya 1200 – 1400 gram terdapat 700 sampai 840 ml/menit. Penghentian aliran darah ke otak secara total akan menyebabkan hilangnya kesadaran dalam waktu 5 sampai 10 detik. Hal ini dapat terjadi karena tidak ada pengiriman oksigen ke sel-sel otak yang kemudian langsung menghentikan sebagian metabolismenya. Aliran darah ke otak yang terhenti untuk tiga menit dapat menimbulkan perubahan-

perubahan yang bersifat irreversibel. Sedikitnya terdapat tiga faktor metabolik yang memberi pengaruh kuat terhadap pengaturan aliran darah serebral. Ketiga faktor tersebut adalah konsentrasi karbon dioksida, konsentrasi ion hidrogen dan konsentrasi oksigen. Peningkatan konsentrasi karbon dioksida maupun ion hidrogen akan meningkatkan aliran darah serebral, sedangkan penurunan konsentrasi oksigen akan meningkatkan aliran.⁽⁷⁾

Faktor-faktor iskemia dan nekrotik pada otak oleh karena kurangnya aliran oksigen ke otak menyebabkan terganggunya fungsi dan struktur otak, baik itu secara reversible dan ireversibel. Percobaan pada binatang menunjukkan aliran darah otak dikatakan kritis apabila aliran darah otak 23/ml/100mg/menit (Normal 55 ml/100mg/menit). Jika dalam waktu singkat aliran darah otak ditambahkan di atas 23 ml, maka kerusakan fungsi otak dapat diperbaiki. Pengurangan aliran darah otak di bawah 8-9 ml/100 mg/menit akan menyebabkan infark, tergantung lamanya. Dikatakan hipoperfusi jika aliran darah otak di antara 8 dan 23 ml/100 mg/menit.⁽⁷⁾

Jika jumlah darah yang mengalir ke dalam otak regional tersumbat secara parsial, maka daerah yang bersangkutan langsung menderita karena kekurangan oksigen. Daerah tersebut dinamakan daerah iskemik. Di wilayah itu didapati: 1) tekanan perfusi yang rendah, 2) PO₂ turun, 3) CO₂ dan asam laktat tertimbun. Autoregulasi dan kelola vasomotor dalam daerah tersebut bekerja sama untuk menanggulangi keadaan iskemik itu dengan mengadakan vasodilatasi maksimal. Pada umumnya, hanya pada perbatasan daerah iskemik saja bisa dihasilkan vasodilatasi kolateral, sehingga daerah perbatasan tersebut dapat diselamatkan dari kematian. Tetapi pusat dari daerah iskemik tersebut tidak dapat teratasi oleh mekanisme autoregulasi dan kelola vasomotor. Di situ akan berkembang proses degenerasi yang ireversibel. Semua pembuluh darah dibagian pusat daerah iskemik itu kehilangan tonus, sehingga berada dalam keadaan vasoparalisis. Keadaan ini masih bisa diperbaiki, oleh karena sel-sel otot polos pembuluh darah bisa bertahan dalam keadaan anoksik yang cukup lama. Tetapi sel-sel saraf daerah iskemik itu tidak bisa

tahan lama. Pembengkakan sel dengan pembengkakan serabut saraf dan selubung mielinnya (udem serebri) merupakan reaksi degeneratif dini. Kemudian disusul dengan diapedesis eritosit dan leukosit. Akhirnya sel-sel saraf akan musnah. Yang pertama adalah gambaran yang sesuai dengan keadaan iskemik dan yang terakhir adalah gambaran infark.⁽⁶⁾

V. LANGKAH DIAGNOSIS

Pemeriksaan neurologis klinis tetap menjadi standar untuk penentuan kematian otak dan telah di terapkan oleh sebagian besar Negara. Pemeriksaan pasien yang di duga telah mengalami mati otak harus dilakukan dengan teliti. Pernyataan tentang kematian otak tidak hanya menuntut dilakukannya tes neurologis namun juga identifikasi penyebab koma, untuk memastikan kondisi irreversible, penyingkiran tanda neurologis yang salah ataupun faktor-faktor yang dapat membingungkan, interpretasi hasil pencitraan neurologis dan hasil pemeriksaan tes laboratorium tambahan dianggap perlu.⁽¹⁾

Menurut panduan sertifikasi kematian otak yang diterapkan di Hong Kong yang mengacu pada beberapa referensi seperti *Medical Royal Colleges in United Kingdom dan Austalian and New Zealand Intensive Care Society*, sebelum mempertimbangkan diagnosis kematian otak, harus di perhatikan kondisi-kondisi serta kriteria eksklusi.⁽⁸⁾

Pertama-tama, harus ditemukan kondisi cedera otak berat yang konsisten dengan proses terjadinya kematian otak (yang biasanya dikonfirmasi dengan pencitraan otak). Tidak boleh ada keraguan bahwa kondisi yang dialami pasien diakibatkan oleh kerusakan struktural otak yang tidak dapat diperbaiki. Diagnosis dari kelainan yang dapat menimbulkan kematian otak harus ditegaskan dengan jelas. Diagnosis tersebut dapat jelas terlihat beberapa jam setelah kejadian intrakranial primer seperti cedera kepala berat, perdarahan intrakranial spontan, atau setelah pembedahan otak. Namun, saat kondisi pasien disebabkan oleh henti jantung, hipoksia, atau insufisiensi sirkulasi yang berat tanpa periode anoksia serebri yang

jelas, atau dicurigai mengalami embolisme udara atau lemak otak maka penegakan diagnosis akan memakan waktu lebih lama.⁽⁹⁾

Kondisi kedua yang dapat menjadi pertimbangan untuk menegakkan diagnosis kematian otak adalah pasien yang apneu dan menggunakan bantuan ventilator. Pasien tidak responsif, dan tidak bernafas secara spontan. Obat penyekat neuromuskuler atau lainnya harus dieksklusi dari penyebab kondisi tersebut.⁽⁹⁾

Penyebab koma yang harus dieksklusi adalah obat depresan atau racun. Riwayat penggunaan obat harus secara hati-hati diperiksa. Periode observasi tergantung pada farmakokinetik dari obat yang digunakan, dosis yang digunakan, dan fungsi hepar serta ginjal pasien. Apabila diperlukan, tes darah dan urin serta level serum dilakukan. Bila ada keraguan tentang adanya efek dari opioid atau benzodiazepine, maka obat antagonis yang tepat harus diberikan. Stimulator saraf tepi harus digunakan untuk mengkonfirmasi intak tidaknya konduksi neuromuskuler apabila pasien menggunakan obat pelemas otot.⁽¹⁰⁾

Langkah-langkah menetapkan kematian batang otak mencakup hal-hal berikut⁽¹⁰⁾:

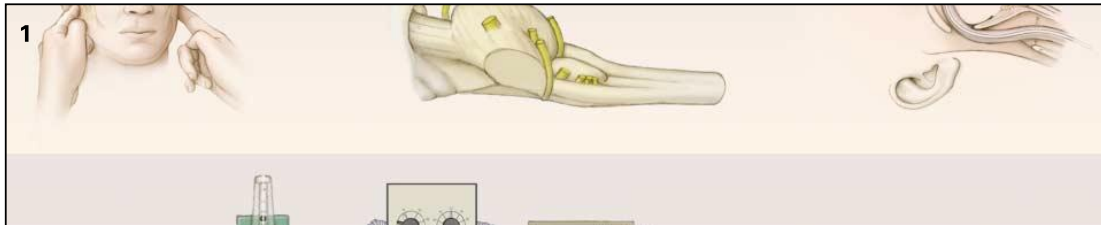
1. Evaluasi kasus koma

Penentuan kematian batang otak memerlukan identifikasi kasus koma ireversibel beserta penyebab koma yang paling mungkin. Cedera kepala berat, perdarahan intraserebral hipertensif, perdarahan subarachnoid, jejas otak hipoksik-iskemik, dan kegagalan hepatic fulminan adalah merupakan penyebab potensial hilangnya fungsi otak yang bersifat ireversibel.⁽¹¹⁾

Dokter perlu menilai tingkat dan reversibilitas koma, serta potensi berbagai kerusakan organ. Dokter juga harus menyingkirkan berbagai factor perancu, seperti intoksikasi obat, blockade neuromuskular, hipotermia, atau kelainan metabolik lain yang dapat menyebabkan koma namun masih berpotensi reversible.^(10,11)

Gambar 1. Tes Rangsang nyeri

Dokter memastikan bahwa tidak terdapat respon motorik dan mata tidak membuka, ketika suatu stimulus nyeri diberikan pada kuku jari atau saraf supraorbital.⁽¹⁾



2. Penilaian klinis refleks batang otak

Penentuan kematian batang otak memerlukan penilaian fungsi otak oleh minimal dua orang klinisi dengan interval waktu pemeriksaan beberapa jam. Tiga temuan penting pada kematian batang otak adalah koma dalam, hilangnya seluruh reflex batang otak, dan apnea. Pemeriksaan apnea (tes apnea) secara khas dilakukan setelah evaluasi reflex batang otak.⁽¹²⁾

1. Pupil asimetris

Pupil yang besar, unreactive, disebabkan oleh adanya lesi pada saraf okulomotor ipsilateral, dapat pula karena pre-existing Adie's pupil. Pupil yang kecil, lambat berdilatasi terdapat pada Horner syndrome.

2. Reaksi pupil terhadap cahaya

Harus mempergunakan cahaya yang kuat karena respons pupil dapat lambat pada pasien tidak sadar (cahaya oftalmoskop kurang adekuat). Pupil yang tidak mengalami kontriksi jika diberikan stimulus cahaya menandakan adanya lesi pada N.II atau N.III. Respon direct didapatkan ketika kita memberikan rangsang cahaya pada mata yang ingin diperiksa, dan mendapatkan ketika kita melihat respon pada pupil mata yang tidak diberi stimulus.

3. Posisi / pergerakan mata :

Posisi dan pergerakan mata ditentukan oleh saraf III, IV dan VI. Pada posisi primer, lesi yang mengenai saraf tertentu dapat menghasilkan posisi juling (dysconjugate gaze). Aktivitas kejang dapat menimbulkan conjugate gaze yang simetris intermitten dengan arah kontralateral lesi, sedangkan lesi destruksi

lobus fronta dapat menghasilkan conjugate gaze ke sisi lesi. Nistagmus jarang terlihat, namun gerakan seperti nistagmus dapat timbul pada status epileptikus.

4. Roving eye movements:

Merupakan gerakan bola mata berupa gerakan lambat dari satu sisi ke sisi yang lain, kelopak mata tertutup, dan mungkin disertai posisi mata yang divergen ringan dari aksis okuler. Gerakan ini biasanya terjadi pada tidur normal atau pada pasien koma ringan, fungsi batang otak normal dan tidak menunjukkan suatu lokasi lesi tertentu.

5. Doll's eye movements

Kepala digerakkan dari satu sisi ke sisi lainnya dan dari atas kebawah. Refleks okulosefalik dan reflex vestibulosefalik secara normal seharusnya menjaga posisi mata meskipun terdapat gerakan kepala, sehingga mata bergerak pada arah yang berbeda dengan pergerakan kepala. Bila pergerakan kepala telah sempurna, mata bergerak kembali ke posisi semula. Horizontal doll'head eye movements yang abnormal menunjukkan adanya lesi yang mengenai N. Okulomotor (III), N. Abdusens (VI) dan pons.

Vertical doll's head eye movements yang abnormal menunjukkan lesi yang mengenai N. III, IV dan midbrain.

6. Tes kalorik

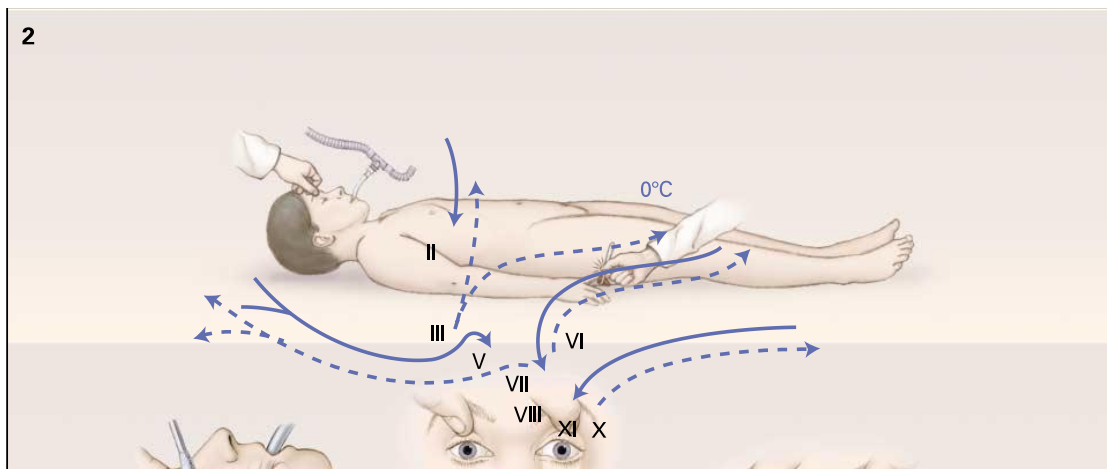
Merupakan test untuk memeriksa fungsi batang otak disebut juga test reflex okulovestibuler. Cara: pasien dibaringkan dengan tubuh bagian atas dan kepala membentuk sudut 30% dengan bidang horizontal, kemudian disuntukkan 50-100 cc air dingin pada salah satu telinga, yang akan berefek sama jika kepala digerakkan ke sisi yang berlawanan, mata pasien akan menghadap pada sisi dimana air dimasukkan. Posisi mata ini akan bertahan beberapa waktu. Jika hasil pemeriksaan negatif, kemungkinan terdapat lesi pada pons, medulla dan pada kasus yang jarang pada lesi N. III, N.IV, N.VI, atau N. VIII.

7. Refleks kornea:

Pemeriksaan ini bermanfaat untuk menentukan prognosis dan lokasi lesi. Refleks kornea yang negatif biasanya disebabkan lesi yang mengenai N. Trigeminus (V), pons atau N. Fasialis (VII). Meringis terhadap nyeri trigeminal dilakukan dengan cara menggosok dengan kuat anterior telinga atau pada supraorbital ridge. Timbulnya meringis dapat bermanfaat untuk mendeteksi kelumpuhan upper motor saraf VII.

8. Gag Reflex

Dapat dilakukan pemeriksaan dengan melakukan tes reflex muntah dan batuk, yang tergantung dari jalur N glosofaringeal (IX) dan N. Vagus (X) ke medulla dan kemudian ke N. X.



Gambar 2. Tes Refleks Batang otak

Penilaian klinis terhadap reflex batang otak dikerjakan secara menyeluruh. Nervus cranialis yang diperiksa ditunjukkan dengan angka romawi; garis panah utuh menunjukkan jaras aferen; garis panah terputus menunjukkan jaras eferen. Hilangnya respon menyeringai atau mata tidak membuka terhadap rangsang tekanan dalam pada kedua condyles setinggi temporomandibular joint (afferent n. V dan efferent N. VII), hilangnya reflex kornea terhadap rangsang sentuhan tepi kornea mata (n. V dan n. VII), hilangnya reflex cahaya (N. II dan N. III), hilangnya respon oculovestibular

kearah sisi stimulus dingin oleh air es (N. VIII dan N. III dan N. VI), hilangnya reflex batuk terhadap rangsangan pengisapan yang dalam pada trachea (N. IX dan n. X).

3. Tes apnea

Secara umum, tes apnea dilakukan setelah pemeriksaan reflex batang otak .Tes apnea dapat dilakukan apa bila kondisi prasyarat terpenuhi, yaitu: ^(10,11)

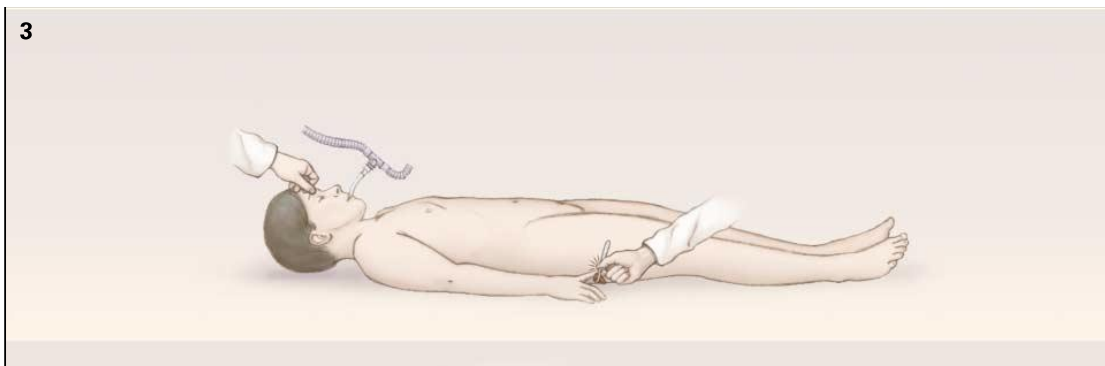
- a. Suhu tubuh $\geq 36,5$ °C atau 97,7 °F
- b. Euvolemia (balans cairan positif dalam 6 jam sebelumnya)
- c. PaCO₂ normal (PaCO₂ arterial ≥ 40 mmHg)
- d. PaO₂ normal (pre-oksigenasi arterial PaO₂ arterial ≥ 200 mmHg)

Setelah syarat-syarat tersebut terpenuhi, dokter melakukan tes apnea dengan langkah-langkah sebagai berikut :^(10,11)

- a. Pasang pulse-oxymeter dan putus hubungan ventilator
- b. Berikan oksigen 100%, 6 L/menit kedalam trakea (tempatkan kanul setinggi carina)
- c. Amati dengan seksama adanya gerakan pernafasan (gerakan dinding dada atau abdomen yang menghasilkan volume tidal adekuat)
- d. Ukur PaO₂, PaCO₂, dan pH setelah kira-kira 8 menit, kemudian ventilator disambungkan kembali.
- e. Apabila tidak terdapat gerakan pernafasan, dan PaCO₂ ≥ 60 mmHg (atau peningkatan PaCO₂ Lebih atau sama dengan nilai dasar normal), hasil tes apnea dinyatakan positif (mendukung kemungkinan klinis kematian batang otak)
- f. Apabila terdapat gerakan pernafasan, tes apnea dinyatakan negatif (tidak mendukung kemungkinan klinis kematian batang otak)
- g. Hubungkan ventilator selamates apnea apa bila tekanan darah sistolik turun sampai < 90 mmHg (atau lebih rendah dari batas nilai normal sesuai usia pada

pasien < 18 tahun), atau pulse-oxymeter mengindikasikan adanya desaturasi oksigen yang bermakna, atau terjadi aritmiakardial.

- i. Segera ambil sampel darah arterial dan periksa analisis gas darah.
- ii. Apabila $\text{PaCO}_2 \geq 60$ mmHg atau peningkatan $\text{PaCO}_2 \geq 20$ mmHg di atas nilai dasar normal, tes apnea dinyatakan positif.
- iii. Apabila $\text{PaCO}_2 < 60$ mmHg atau peningkatan $\text{PaCO}_2 < 20$ mmHg di atas nilai dasar normal, hasil pemeriksaan belum dapat dipastikan dan perlu dilakukan tes konfirmasi.



Gambar 3. Tes apnea

Diskoneksi ventilator dan penggunaan oksigenasi apneak difusi (apneic diffusion oxygenation) memerlukan syarat tertentu. Suhu tubuh harus ≥ 36.5 °C, tekanan darah sistolik harus ≥ 90 mmHg, dan keseimbangan cairan harus positif selama enam jam. Setelah pre-oksigenasi (fraksi oksigen inspirasi harus 1.0 selama 10 menit), tingkat ventilasi harus dikurangi. Ventilator harus diputus apabila PaO_2 arterial mencapai ≥ 200 mmHg, atau apabila PaCO_2 arterial mencapai ≥ 40 mmHg. Pipa oksigen harus berada pada carina (menghantarkan oksigen 6 liter per menit). Dokter harus mengamati dinding dada dan abdomen untuk mengamati adanya gerakan pernafasan selama 8-10 menit, dan harus mengawasi pasien terhadap adanya perubahan fungsi vital. Apabila PaO_2 arterial ≥ 60 mmHg, atau terdapat peningkatan > 20 mmHg dari nilai dasar yang normal, maka tes apnea dinyatakan positif.

4. Pemeriksaan konfirmatif apabila ditemukan indikasi

Diagnosis kematian batang otak merupakan diagnosis klinis. Tidak diperlukan pemeriksaan lain apabila pemeriksaan klinis (termasuk pemeriksaan reflex batang otak dan tes apnea) dapat dilaksanakan secara adekuat. Beberapa pasien dengan kondisi tertentu seperti cedera servikal atau kranium, instabilitas kardiovaskular, atau faktor lain yang menyulitkan dilakukannya pemeriksaan klinis untuk menegakkan diagnosis kematian batang otak, perlu dilakukan tes konfirmatif. Pemilihan tes konfirmatif yang akan dilakukan sangat tergantung pada pertimbangan praktis, mencakup ketersediaan, kemanfaatan, dan kerugian yang mungkin terjadi. Beberapa tes konfirmatif yang biasa dilakukan antara lain: ^(2,3,8)

- a. Angiography (conventional, computerized tomographic, magnetic resonance, and radionuclide) : kematian batang otak ditegakkan apabila tidak terdapat pengisian intraserebral (intracerebral filling) setinggi bifurkasio karotis atau sirkulus willisi.
- b. Elektroensefalografi: kematian batang otak ditegakkan apabila tidak terdapat aktivitas elektrik setidaknya selama 30 menit
- c. Transcranial Doppler ultrasonography :kematian batang otak ditegakkan oleh adanya puncak sistolik kecil (small systolic peaks) pada awal sistolik tanpa aliran diastolik (diastolic flow) atau reverberating flow , mengindikasikan adanya resistensi yang sangat tinggi (very high vascular resistance) terkait adanya peningkatan tekanan intrakranial yang besar.

VI. KESIMPULAN

Pada akhirnya, dokter manapun yang berperan serta dalam penentuan kematian haruslah berpengalaman secara relevan dalam kriteria klinis dan prosedur diagnosis. Untuk tujuan donor organ, dua dokter terbaik, bahkan jika salah satunya tidak memiliki hubungan apa pun dengan penerima organ yang potensial, maka

keduanya harus menentukan diagnosis kematian otak. Dokter yang ikut serta menentukan bukti kematian donor pun tidak diharuskan ikut serta dalam prosedur transplantasi manapun.

Jika kematian otak telah didiagnosis berdasarkan kriteria klinis dasar di atas, dokter dan keluarga harus sadar bahwa kematian otak sama dengan kematian pasien. Masalah yang penting dipertimbangkan bagi keluarga pasien saat itu adalah penyerahan organ, pemeriksaan otopsi dan pemakaman pasien. Alat bantu hidup harus disingkirkan kecuali donasi organ telah dipertimbangkan. Jika terjadi perpecahan sehubungan dengan diagnosis kematian otak dan hal tersebut tidak dapat dipecahkan oleh dokter dan keluarga di tempat tidur pasien, maka petugas yang bertugas memastikan kematian pasien dapat dipanggil untuk mengevaluasi masalah tersebut dan mungkin akan melengkapi sertifikat kematian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Machado Celixto. Diagnosis of brain death. Neurology Internaional. 2010
2. Laureys Steven. Death, unconsciousness and the brain; Science and Society; Nov 2005.
3. Mc Mahan Jeff. Brain death, cortical death and persistent vegetative state; University of Carolina School of Medicine;
4. Undang-undang Republik Indonesia Tentang Kesehatan; Pasal 117; Tahun 2006.
5. Kowalks, Welsh, Mayer. Buku Ajar Patofisiologi.2011
6. Preece Sylvia A , Wilson M Lorraine. Patofisiologikonsepklinis proses-proses penyakit. Volume 2 edisi 6. 2005.
7. Hall E Jhon, Guyton & Hall. Buku saku fisiologi kedokteran. Edisi 11.2005
8. Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology,. Practice Parameters for Determining Brain Death Adults (summary statement), neurology,1995,45(5)1012-4
9. Guidelines on Diagnosis of Brain Death, Hospital Authory Head Office Operation Circular No 15. 2003.
10. New York State and New York State Task Force On Life & The Law. Guidelines for determining brain death, Department of Health, New York,2011.
11. Wijdicks. Current Concept, The Diagnosis of Brain Death, N Engl J Med,2001,344(16)
12. Dian, Sofiati, dr. Sp.S. Pemeriksaan Fisisk Dasar Neurologi Berbasis Ilustrai Kasus. Badung. 2013.
13. Lerner A J. Disorder of consciousness and brain death. Diagnostic criteria in neurology.

d. LATIHAN –LATIHAN

1. Jelaskan patogenesis terjadinya mati batang otak
2. Jelaskan n penapisan / penegakan diagnosis *mati batang otak*
3. Sebutkan cara-cara promosi kesehatan dan pencegahan *mati batang otak*