

Hubungan Pola Patah Tulang dengan Gejala Klinis pada Patah Tulang Dasar Kepala (PTDK) Anterior

Relationship between pattern of anterior skull base fracture with clinical signs and symptoms

Hardianto Musu,¹ Eko Prasetyo,² Maximilian C. Oley,² Fredrik G. Langi³

¹Program Pendidikan Dokter Spesialis Bagian Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi - RSUP Prof. Dr. R. D Kandou, Manado, Indonesia

²Divisi Bedah Saraf Bagian Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi - RSUP Prof. Dr. R. D Kandou, Manado, Indonesia

³Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

Email: ekoprasetyo@unsrat.ac.id; hardiantomusu.hm@gmail.com

Received: June 1, 2023; Accepted: November 20, 2023; Published online: November 23, 2023

Abstract: Traumatic brain injury can occur due to skull base fracture at the anterior, middle, and posterior parts with life-threatening complications. This study aimed to obtain the relationship between anterior skull base fracture pattern and its clinical signs and symptoms. This was a retrospective chart review with a cross-sectional design. Subjects were 50 patients with anterior skull base fracture based on 3D CT scan, and then their clinical signs and symptoms were evaluated. Data were analyzed bivariately using the Pearson Chi-Square test and the Fisher Exact alternative. The results showed that the most common clinical signs and symptoms in type I was anosmia; in type II, related to eyes; in type III, rhinorrhea; and in type IV, signs and symptoms of all entities. The most common fracture pattern in the subjects was frontolateral type (type III). There was a significant relationship between the pattern of fracture based on the 3D CT scan with the clinical signs and symptoms of patients including cerebrospinal fluid rhinorrhea, anosmia, racoon eyes, and visual deficit ($p < 0.001$). In conclusion, there is a significant relationship between pattern of anterior skull base fracture with clinical signs and symptoms.

Keywords: traumatic brain injury; anterior skull base fracture; 3D CT scan; clinical signs and symptoms

Abstrak: Cedera otak akibat trauma (COT) dapat terjadi akibat patah tulang dasar kepala (PTDK) baik pada basis tengkorak anterior, tengah, dan posterior, dengan komplikasi mengancam jiwa. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan pola patah tulang dengan gejala klinis pada PTDK anterior. Jenis penelitian ialah retrospektif menggunakan rekam medis dengan desain potong lintang. Subjek penelitian ialah 50 pasien PTDK anterior dengan pola patah tulang sesuai 3D CT scan dan dievaluasi kondisi klinisnya. Uji bivariat menggunakan uji *Pearson chi-square* dengan alternatif *Fisher exact*. Hasil penelitian mendapatkan gejala klinis yang paling umum: tipe I yaitu anosmia; tipe II yaitu gejala berhubungan dengan mata; tipe III yaitu rinorea; dan tipe IV memberikan gejala yang mencakup semua entitas. Pola patah tulang terbanyak ialah patah tulang frontolateral (tipe III). Pola patah tulang yang dinilai melalui 3D CT-scan berhubungan bermakna dengan derajat gejala klinis pasien PTDK anterior meliputi rinorea cairan serebrospinal, anosmia, *racoon eyes*, dan defisit visual ($p < 0,001$). Simpulan penelitian ini ialah terdapat hubungan bermakna antara pola PTDK anterior dengan gejala klinis.

Kata kunci: cedera otak akibat trauma; patah tulang dasar kepala anterior; 3D CT scan; gejala klinis

PENDAHULUAN

Cedera otak akibat trauma (COT) merupakan penyumbang utama kematian, kecacatan, dan pengeluaran biaya kesehatan di seluruh dunia, dan menjadi salah satu masalah medis terpenting dalam masyarakat modern. Proses patomekanisme COT sangat kompleks yang melibatkan spektrum luas jalur seluler dan molekuler. Secara umum, COT dibagi menjadi dua tahap diskrit, yaitu cedera primer dan sekunder. Cedera otak primer merupakan proses ireversibel sebagai kerusakan fisik parenkim yang terjadi pada saat tumbukan. Hal ini dapat melibatkan memar dan laserasi, cedera aksonal difus, pembengkakan otak dan *hemintracranial haemorrhage*, dan selalu mengakibatkan kematian sel segera. Cedera otak sekunder ialah hasil dari proses kompleks yang melibatkan kaskade proses biokimia, dimulai pada saat cedera yang dapat berlangsung berjam-jam dan berhari-hari. Fase tertunda, yang disebut cedera otak tersier, disebabkan oleh aktivasi mikroglia kronis, mekanisme epigenetik, dan regulasi perubahan pada tingkat gen, dan seringkali akan menyebabkan perkembangan neurodegenerasi dan kematian sel tertunda.¹

Patah tulang dasar kepala merupakan salah satu cedera otak akibat trauma. Patah tulang dasar kepala (PTDK) adalah patah tulang dasar tengkorak yang melibatkan tulang berpasangan (frontal dan temporal) dan tidak berpasangan (etmoid, sfenoid, dan oksipital). Dasar tengkorak dapat didefinisikan sebagai struktur tulang di bawah bidang yang ditarik dari glabella ke inion. Tulang dasar tengkorak relatif rapuh dan rentan patah. Patah tulang tersebut juga dapat merobek membran yang mengelilingi otak atau meningen sehingga dapat menyebabkan kebocoran cairan serebrospinal (CSF).²⁻⁴

Patah tulang dasar tengkorak telah dilaporkan terjadi pada 3,5%-24,0% pasien *high injury*, dan menyumbang sekitar 7-16% dari semua kasus trauma kepala non-penetrasi, paling sering disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas.^{5,6} Sekitar 6-12% orang dewasa dengan cedera kepala mengalami patah tulang kepala. Dari persentase patah tulang kepala tersebut, sekitar 4% terjadi di dasar tengkorak. Sebaliknya, trauma kepala ialah penyebab utama (sekitar 90%) dari patah tulang dasar tengkorak, dengan 10% sisanya karena cedera tembus. Patah tulang basis tengkorak dapat terjadi pada basis tengkorak anterior, tengah, dan posterior, dengan angka masing-masing 47%, 22-37%, dan 0,2-3%.^{7,8} Studi prevalensi yang dilakukan oleh Nugroho et al⁹ di RSUP Dr. Kariadi Semarang periode tahun 2019 mendapatkan data prevalensi patah tulang dasar kepala fossa anterior sebesar 51,7%, fossa media 31,0%, fossa posterior 6,9%, dan mengenai lebih dari satu daerah patah tulang sebanyak 10,3%.

Computerized tomography (CT) scan merupakan modalitas pencitraan pilihan untuk evaluasi pasien cedera kepala akut karena bersifat cepat, non-invasif, tersedia secara luas dan memiliki sedikit kontraindikasi. Pemeriksaan baku emas yang digunakan untuk diagnosis patah tulang dasar ialah *CT scan* potongan koronal-irisan tipis dengan resolusi tinggi, namun, pencitraan yang lebih baik diperlukan untuk mendeteksi patah tulang dasar kepala yang sulit dinilai. Basis krani memiliki pelat tulang yang sangat tipis sehingga disarankan penggunaan rekonstruksi tiga dimensi karena *3D CT-scan* dapat mendeteksi patah tulang dasar kepala dengan lebih cepat dan akurat dibandingkan pemeriksaan lainnya, seperti X-ray, *2D CT*, *solid (SVR) and transparent (TVR) volume-rendering technique*, dan *maximum intensity projection (MIP)*.^{10,11} Orman et al¹⁰ menyatakan bahwa penggunaan *2D CT-scan* bersamaan dengan *3D CT-scan* memiliki sensitivitas yang lebih tinggi pada seluruh kasus anak dan spesifitas yang lebih tinggi pada anak usia di bawah 2 tahun dengan diagnosis patah tulang linear tulang tengkorak.

Pada kasus PTDK terdapat beberapa komplikasi yang mengancam jiwa seperti cedera nervus kranial, cedera pembuluh darah intrakranial, kebocoran cairan serebrospinal, dan meningitis. Diagnosis PTDK dapat terlewatkan sehingga terjadi keterlambatan diagnosis dan tatalaksana yang berakibat timbulnya komplikasi yang mengancam jiwa.^{11,12}

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi analitik observasional dengan desain potong lintang yang bertujuan untuk mengetahui pola patah tulang sesuai dengan *3D CT-scan* pada PTDK anterior

sebagai tujuan utama dan untuk mengetahui hubungan tipe PTDK anterior yang dievaluasi *CT scan 3D* kepala dengan gambaran klinis pasien PTDK anterior. Penelitian dilakukan pada 1 Agustus 2022 hingga 30 November 2022 dengan membuka Rekam Medis RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado dan jumlah sampel sebanyak 50 pasien.

Seluruh data dianalisis dengan menggunakan aplikasi SPSS 23.0. Analisis univariat dilakukan untuk melihat karakteristik sampel penelitian. Setelah itu, masing-masing variabel data disajikan secara deksriptif dan analitik yaitu dengan tabel distribusi frekuensi. Analisis hubungan masing-masing variabel dengan gambaran klinis patah tulang dasar kepala anterior dilakukan melalui uji bivariat menggunakan uji *Pearson chi-square* dengan alternatif fisher exact. Hasilnya disajikan dalam bentuk tabel dan narasi. Nilai p yang dianggap bermakna ialah $<0,05$ dan interval kepercayaan 95%.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1 memperlihatkan karakteristik pasien PTDK dalam penelitian ini. Mayoritas pasien ialah jenis kelamin laki-laki (84%), hasil GCS cedera ringan (46%), PTDK tipe III (fraktur frontolateralis) (44%), dan gejala klinik rinorea (72%).

Tabel 2 mendeskripsikan hubungan secara umum antara jenis fraktur hasil temuan CT-scan 3D dengan gambaran klinis pasien PTDK penelitian ini. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa tipe patah tulang tersebut berhubungan dengan semua gejala klinis yang dievaluasi dalam studi. Secara khusus, Tabel 2 mengindikasikan bahwa pada tipe I (fraktur kribriiformis) gejala paling umum yaitu anosmia; sedangkan gejala yang berhubungan dengan mata, baik *raccoon eyes* ataupun defisit visual merupakan temuan klinis dominan di tipe II (fraktur frontoetmoidalis); sebaliknya, PTDK tipe III memberikan gambaran klinis yang hampir terbatas pada rinorea; dan yang terakhir, fraktur kompleks atau tipe IV memberikan gejala yang mencakup semua entitas yang diinvestigasi sekalipun dengan proporsi bervariasi dari 24% untuk defisit visual hingga 76% untuk rinorea.

Gambar 1 menyajikan hubungan relatif antara tipe patah tulang dasar kepala dengan gambaran klinis. Relatif di sini artinya probabilitas tiap-tiap tipe mengalami masing-masing gejala dibandingkan satu sama lain. Analisis gambaran klinis dalam tahap ini dibedakan atas pola gejala yaitu pemunculan satu gambaran klinis disertai atau tanpa disertai yang lain. Pada peninjauan prediksi probabilitas menurut pola gejala, fraktur tipe III tampak memiliki kecenderungan tertinggi untuk hanya memberikan gambaran klinis rinorea tanpa disertai ketiga gejala lain. Sebaliknya, fraktur tipe II cenderung memperlihatkan prediksi probabilitas relatif tinggi untuk gejala yang hanya berhubungan dengan mata, baik *raccoon eyes* atau defisit visual (sendiri atau bersama-sama), tanpa disertai gambaran klinis menyangkut fungsi hidung termasuk rinorea atau anosmia. Di sisi lain, prediksi probabilitas masing-masing tipe fraktur cukup bervariasi terhadap terjadinya gejala yang terbatas pada mata tanpa keterlibatan fungsi hidung, di mana fraktur tipe III tampak memiliki nilai probabilitas tertinggi sedangkan tipe II terendah. Besar probabilitas gambaran klinis yang merupakan campuran gejala menyangkut mata dan fungsi hidung dari masing-masing tipe fraktur tidak terpaut jauh jika dibandingkan dengan pola-pola yang digambarkan sebelumnya, namun nilai tertinggi ditemukan pada fraktur tipe IV dan terendah pada tipe III.

BAHASAN

Cedera otak akibat trauma merupakan penyebab morbiditas dan mortalitas pada semua kelompok usia terutama kaum muda yang masih produktif. Hasil penelitian ini mendapatkan bahwa PTDK anterior lebih sering terjadi pada dekade ke-3 kehidupan ($31,24 \pm 16,27$ tahun) dan jenis kelamin laki-laki (84%) yang sesuai dengan penelitian-penelitian sebelumnya.¹³⁻¹⁶ Rupani et al¹⁷ melaporkan kejadian fraktur dasar tengkorak lebih tinggi pada dekade ke-5 kehidupan. Laki-laki umumnya lebih terlibat dalam aktivitas di luar rumah sehingga lebih rentan terhadap trauma dibandingkan perempuan. Selain itu, penyebab banyaknya pasien pada usia produktif kemungkinan karena kurangnya pengalaman, kecenderungan untuk mengambil risiko, dan alkoholisme.

Tabel 1. Karakteristik pasien PTDK dalam penelitian ($N = 50$)

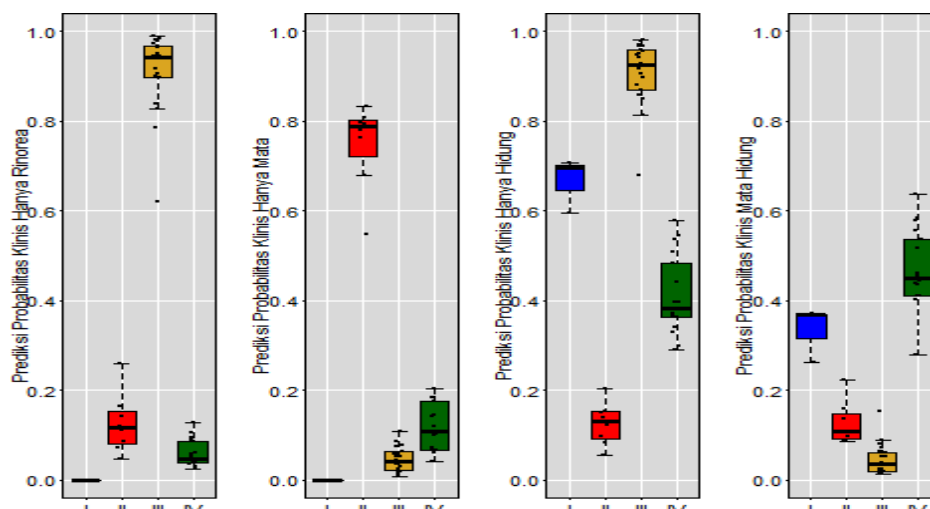
Karakteristik	n (%)	Mean \pm SD	Med (Q_1 ; Q_3)
Usia (tahun)	—	31,2 \pm 16,31	—
Jenis kelamin			
Perempuan	8 (16)	—	—
Laki-laki	42 (84)	—	—
Glasgow comma scale	—	—	12,0 (8,0; 14,0)
3-8 (cedera berat)	14 (28)	—	—
9-13 (cedera sedang)	13 (26)	—	—
14-15 (cedera ringan)	23 (46)	—	—
Tipe PTDK			
I (Fraktur kribiformis)	3 (6)	—	—
II (Fraktur frontoetmoidalis)	8 (16)	—	—
III (Fraktur frontolateralis)	22 (44)	—	—
IV (Fraktur kompleks)	17 (34)	—	—
Gejala klinik*			
Rinorea	36 (72)	—	—
Anosmia	16 (32)	—	—
Racoon eyes	19 (38)	—	—
Defisit visual	13 (26)	—	—

Catatan: SD standar deviasi, Q_1 kuartil I, Q_3 kuartil III. *Bisa multi kategori.

Tabel 2. Distribusi gejala klinis menurut tipe patah tulang dasar kepala ($N = 50$)

Klinis	Total n (%)	Tipe I n (%)	Tipe II n (%)	Tipe III n (%)	Tipe IV n (%)	p
Rinorea	36 (72)	1 (33)	1 (12)	21 (95)	13 (76)	<0,001
Anosmia	16 (32)	2 (67)	1 (12)	1 (5)	12 (71)	<0,001
Racoon eyes	19 (38)	1 (33)	7 (88)	1 (5)	10 (59)	<0,001
Defisit visual	13 (26)	1 (33)	7 (88)	1 (5)	4 (24)	<0,001

Catatan: Nilai p menurut uji Fisher Exact



Gambar 1. Prediksi probabilitas pola gejala klinis menurut tipe fraktur dalam CT-scan 3D patah tulang dasar kepala: hanya rinorea, terbatas hidung (rinorea dan/atau anosmia), terbatas mata (*racoon eyes* dan/atau defisit visual), atau gejala luas (hidung dan/atau mata)

Catatan: Analisis regresi logistik multivariabel mengontrol variasi usia dan nilai GCS.

Berbagai penelitian telah mengungkapkan bahwa cedera fosa kranial tengah paling banyak terlibat pada PTDK yang dikaitkan dengan tulang tipis di fossa kranial tengah yang terdiri dari beberapa foramina.^{7,14,15,18} Namun, beberapa penelitian telah melaporkan fossa kranial anterior menjadi situs yang paling umum dari PTDK yang menjadi populasi penelitian ini.^{4,13} Hal ini mungkin disebabkan karena dasar anatomi fossa kranial anterior yang mengandung tulang tipis dari tulang kribriiform dan atap orbita. Selain menyebabkan kerusakan tulang pada dasar tengkorak, dampak energi tinggi juga menyebabkan perdarahan intrakranial. Hal ini mungkin dikarenakan energi lebih tinggi dibutuhkan untuk menyebabkan PTDK dibandingkan fraktur linier. Fraktur fossa kranial posterior jarang terjadi karena tulang oksipital yang tebal dan kecenderungan jatuh ke depan setelah kecelakaan lalu lintas.¹⁵ Hal ini merupakan alasan yang sama mengapa PTDK anterior dan tengah lebih sering terjadi.

Pada penelitian ini, pola patah tulang terbanyak pada pasien PTDK anterior ialah patah tulang frontolateral, diikuti patah tulang dasar kranium kompleks, patah tulang frontoetmoidal, dan patah tulang kribriiform. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya oleh Wani et al¹⁹ yaitu PTDK anterior yang paling umum ialah patah tulang frontolateral diikuti patah tulang frontoetmoidal, patah tulang kribriiform, dan fraktur orbita.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menekankan pentingnya gejala klinis dan pemeriksaan penunjang (contoh *CT-scan*) untuk mendeteksi PTDK. Goh et al²⁰ melaporkan adanya hubungan bermakna secara statistik antara tanda klinis PTDK dan temuan CT. Pada penelitian ini, pemeriksaan penunjang yang digunakan ialah *3D CT-scan* yang diketahui lebih unggul mendeteksi patah tulang secara cepat dan akurat dibandingkan *CT scan* konvensional.²¹ Hal ini berlaku terutama pada PTDK karena memiliki fitur unik, yaitu pelat tulang yang sangat tipis.

Hasil pemeriksaan GCS menunjukkan bahwa 46% pasien mengalami cedera kepala ringan, diikuti dengan cedera kepala sedang dan berat (26% dan 28%). Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Faried et al⁴ dan Patel et al.¹⁶ Faried et al⁴ melaporkan insidensi tertinggi terdapat pada cedera kepala ringan dengan PTDK anterior, sedangkan pada penelitian lain ditemukan derajat cedera kepala bervariasi,^{13,14} namun tidak terdapat hubungan bermakna ($p=0,455$) antara pola patah tulang berdasarkan hasil *3D CT-scan* pada hasil penelitian. Menariknya, hal ini sangat kontras dengan penelitian sebelumnya yang memiliki karakteristik populasi hampir sama, namun pada penelitian ini didapatkan pasien PTDK anterior memiliki hubungan erat dengan perdarahan intrakranial pada cedera kepala ringan. Pada penelitian oleh Patel et al,¹⁶ didapatkan populasi penelitian yang mengalami cedera kepala ringan, sedang dan berat sebesar 50%, 26% dan 24% kasus.

Savastio et al²² mengusulkan bahwa rinorea, otorea, dan *Battle's sign* memiliki nilai prediktif yang tinggi (100%). Pada penelitian ini, didapatkan hubungan bermakna antara PTDK anterior dengan rinorea *cerebrospinal fluid* (CSF) ($p=0,000$) yaitu sebanyak 72% pasien mengalami rinorea CSF. Hal ini karena fossa PTDK dapat merobek selaput yang mengelilingi otak, atau meninges, dan mengakibatkan kebocoran CSF yang biasanya keluar melalui telinga (otorea) atau hidung (rinorea). Selain itu, fraktur tipe III dan tipe II campuran sering dikaitkan dengan kebocoran CSF dan meningitis. Rinorea CSF mengacu pada kebocoran CSF melalui hidung yang dapat terjadi jika terdapat komunikasi antara ruang intrakranial dan rongga hidung disertai dengan kerusakan duramater. Kebocoran CSF traumatik biasanya dimulai dalam waktu 48 jam setelah cedera, dan 95% darinya muncul dalam waktu tiga bulan.²³ Fraktur fossa kranial anterior lebih sering terjadi daripada fraktur tulang temporal, dan duramater dari situs ini sangat melekat pada fossa kranial anterior. Oleh karena itu, rinorea CSF yang disebabkan oleh fraktur fossa kranial anterior, lebih sering terjadi daripada yang disebabkan oleh fraktur tulang temporal. Fraktur tulang etmoidal dan persimpangan antara kribriiform dan etmoid ialah penyebab paling umum dari rinorea CSF. Hal ini terutama karena arteri etmoid menembus bagian lateral kribriiform yang merupakan bagian paling rentan saat terjadi trauma. Dalam situasi fraktur fossa kranial anterior yang disebabkan oleh trauma kepala, ukuran defek tulang dan tingkat kerusakan dural, robekan araknoid dan tekanan intrakranial dapat memengaruhi perkembangan menjadi rinorea CSF.²³⁻²⁵ Kemungkinan penyebab rinorea CSF traumatik yang tertunda ialah lapisan dural yang sebelumnya utuh secara perlahan mengalami

herniasi melalui defek tulang, yang akhirnya robek dan memungkinkan kebocoran CSF. Pendapat lain menyatakan bahwa robekan dan defek tulang sudah ada sejak terjadi cedera, tetapi kebocoran terjadi setelah hematoma yang menutupinya hilang.²⁴

Telah banyak penelitian mengenai hubungan fungsi penciuman dengan cedera kepala secara umum, namun penelitian mengenai fungsi penciuman dengan PTDK anterior masih kurang. Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan bermakna ($p=0,000$) antara pola patah tulang berdasarkan hasil *3D CT-scan* dengan adanya gejala anosmia pada pasien PTDK anterior. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian oleh Haxel et al²⁶ yang melaporkan dua pasien dengan PTDK anterior di antara tujuh pasien anosmik pasca trauma, sedangkan Joung et al²⁷ tidak menemukan dampak bermakna dari PTDK anterior pada fungsi penciuman. Penyebab dan mekanisme pasti pola patah tulang pada PTDK anterior menyebabkan anosmia belum terungkap dengan jelas, namun luka robek pada lempeng kribriiform yang merobek saraf olfaktorius primer yang memanjang dari rongga hidung ke bulbus olfaktorius tampaknya merupakan mekanisme paling umum yang terlibat dalam anosmia pasca trauma.²⁸ Yousem et al²⁹ memperkirakan lokasi cedera pada 24 pasien dengan anosmia pasca trauma menggunakan MRI yaitu pada traktus olfaktorius (88%), area subfrontal (60%), dan lobus temporal (32%). Selain itu didapatkan penurunan volume dan ukuran dari bulbus olfaktorius yang dilaporkan pada pasien anosmia dengan menggunakan MRI.³⁰

Menurut Pretto et al³¹ ekimosis periorbital bilateral (*raccoon eyes*) dan otoragia memiliki 70% *positive predictive value* (PPV). Pada penelitian ini, didapatkan hubungan bermakna antara PTDK anterior dengan *raccoon eyes* ($p=0,000$). Sebanyak 38% pasien mengalami *raccoon eyes*, yang sesuai dengan hasil penelitian-penelitian sebelumnya. Walaupun patofisiologi *raccoon eyes* masih belum jelas tetapi sudah banyak penelitian yang menunjukkan hubungan bermakna terhadap PTDK anterior.³¹⁻³³ *Raccoon eyes* merupakan tanda khas dari patah tulang tengkorak basal. Diperkirakan *raccoon eyes* berasal dari kontusio langsung atau peregangan pembuluh darah yang ditandai dengan perubahan warna biru atau ungu pada kelopak mata atas dan bawah, dengan pembengkakan yang cukup parah yang dapat menghalangi pengangkatan kelopak mata. *Raccoon eyes* terjadi ketika kerusakan pada saat fraktur merobek meningen dan menyebabkan perdarahan sinus venosus ke vili araknoid dan sinus kranial. Dalam istilah awam, darah dari patah tulang tengkorak merembes ke sepanjang dataran jaringan ke lemak orbital dan jaringan subkutan mata.^{32,33}

Pada penelitian ini didapatkan hubungan bermakna ($p=0,000$) antara pola patah tulang berdasarkan hasil *3D CT-scan* dengan adanya gejala defisit visual pada pasien PTDK anterior. Sejauh ini penelitian yang membahas langsung tentang PTDK anterior dan defisit visual masih belum dilaporkan namun hal ini bisa terjadi pada pasien dengan PTDK anterior jika frakturnya meluas sampai ke dalam kanal saraf optik.³³ Merezhinskaya et al³⁴ melakukan penelitian *systematic review* dan meta-analisis yang membahas tentang disfungsi dan defisit visual terkait dengan cedera otak traumatik. Terdapat empat hasil visual yang diperiksa dalam penelitian ini yaitu disfungsi akomodatif, insufisiensi konvergensi, kehilangan lapang pandang, dan kehilangan ketajaman visual; disfungsi akomodatif dan insufisiensi konvergensi ialah yang paling umum ditemukan dari penelitian tersebut.

Struktur saraf luas yang digunakan untuk akomodasi dan konvergensi meliputi inti batang otak mesensefalik, korteks premotor dan motorik, serebelum, dan saraf okulomotor, abduksen, dan troklear. Kemampuan mata yang tidak memadai untuk berakomodasi dan/atau konvergensi sering disebabkan oleh kerusakan fokal pada komponen penting dari sistem ini, tekanan difus atau robekan sepanjang jalur visual, edema serebral, hematoma, atau perdarahan.³⁵ Pada kehilangan lapang pandang, individu dapat menunjukkan kehilangan lapang pandang dengan terjadi cedera okular langsung dan/atau cedera pada jalur visual intrakranial yang mengakibatkan kerusakan pada segmen jalur visual mulai dari retina hingga korteks oksipital yang disebabkan oleh cedera kepala pasca trauma.³⁶ Pada kebanyakan kasus, kehilangan ketajaman visual traumatik berhubungan dengan kerusakan pra-kiasmal dan terjadi pada trauma kepala berat yang berhubungan dengan hilangnya kesadaran.³⁷

SIMPULAN

Pola patah tulang terbanyak pada pasien PTDK anterior di RSUP Prof. Dr. R. D. Kandou Manado ialah patah tulang frontolateral (Tipe III), diikuti patah tulang dasar kranium kompleks (Tipe IV), patah tulang frontoetmoidal (Tipe II), dan patah tulang kribriiform (Tipe I). Pola patah tulang yang dinilai melalui *CT-scan* tiga dimensi berhubungan bermakna dengan derajat gejala klinis pasien PTDK anterior meliputi rinorea CSF, anosmia, *raccoon eyes*, dan defisit visual.

Konflik Kepentingan

Tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Prasetyo E. The primary, secondary, and tertiary brain injury. *Crit. Care Shock*. 2020;23(1):4-13.
2. Solai CA, Domingues CA, Nogueira LS, de Sousa RMC. Clinical signs of basilar skull fracture and their predictive value in diagnosis of this injury. *J Trauma Nurs*. 2018;25(5):301-6.
3. Harvell BJ, Helmer SD, Ward JG, Ablah E, Grundmeyer R, Haan JM. Head CT guidelines following concussion among the youngest trauma patients: Can we limit radiation exposure following traumatic brain injury? *Kans J Med*. 2018;11(2):1-17.
4. Faried A, Halim D, Widjaya IA, Badri RF, Sulaiman SF, Arifin MZ. Correlation between the skull base fracture and the incidence of intracranial hemorrhage in patients with traumatic brain injury. *Chinese Journal of Traumatology - English Edition*. 2019;22(5):286-9.
5. Baugnon KL, Hudgins PA. Skull base fracture and their complication. *Neuroimaging Clin N Am*. 2015;24(3):439-65.
6. Rao KVLN, Said P-ZH, Moscote-Salazar LR, Satyarthee GD, Kumar VA, Pal R, et al. Skull-base fractures: Pearls of etiopathology, approaches, management, and outcome. *Apollo Med*. 2019;16(2):93.
7. Yellinek S, Cohen A, Merkin V, Shelef I, Benifla M. Clinical significance of skull base fracture in patients after traumatic brain injury. *Journal of Clinical Neuroscience*. 2015;25:111-15.
8. Feldman JS, Farnooosh S, Kellman RM, Tatum III SA. Skull base trauma: clinical considerations in evaluation and diagnosis and review of management techniques and surgical approaches. In: *Seminars in Plastic Surgery*. Thieme Medical Publishers. 2017:177-88.
9. Akhbar, Nugroho, Andar, Setya EBP. Angka kejadian patah tulang basis kranii di RSUP Dr. Kariadi Semarang periode tahun 2019 [Undergraduate thesis]. Semarang: Universitas Diponegoro; 2021.
10. Orman G, Wagner MW, Seeburg D, Zamora C, Oshmyansky A, Tekes A, et al. Pediatric skull fracture diagnosis: should 3D CT reconstructions be added as routine imaging. *J Neurosurg Pediatr*. 2015;16(4):426-31.
11. Mandang MW, Prasetyo E, Tangel SJC. Peran CT 3D dalam diagnosis patah tulang dasar kepala. *e-CliniC*. 2022;10(1):136-44.
12. Satyanegara. *Ilmu Bedah Syaraf* (4th ed). Jakarta: Gramedia; 2010. p.169-75.
13. Sivanandapacker J, Nagar M, Kutty R, Kumar S, Peethambaran A, Rajmohan BP, et al. Analysis and clinical importance of skull base fractures in adult patients with traumatic brain injury. *J Neurosci Rural Pract*. 2018;9(3):370-5.
14. Naidu B, Vivek V, Visvanathan K, Shekhar R, Ram S, Ganesh K. A study of clinical presentation and management of base of skull fractures in our tertiary care centre. *Interdisciplinary Neurosurgery*. 2021;23:100906.
15. Olabinri EO, Ogbale GI, Adeleye AO, Dairo DM, Malomo AO, Ogunseyinde AO. Comparative analysis of clinical and computed tomography features of basal skull fractures in head injury in southwestern Nigeria. *J Neurosci Rural Pract*. 2015;6(2):139.
16. Patel P, Kalyanaraman S, Reginald J, Natarajan P, Ganapathy K, Suresh Bapu K, et al. Post-traumatic cranial nerve injury. *The Indian Journal of Neurotrauma (IJNT)*. 2005;2(1):27-32.
17. Rupani R, Anoop V, Shiuli R. Pattern of skull fractures in cases of head injury by blunt force. *J Indian Acad Forensic Med*. 2013;35(4):336-8.
18. Abiodun A, Atinuke A, Yvonne O. Computerized tomography assessment of cranial and mid-facial fractures in patients following road traffic accident in South-West Nigeria. *Ann Afr Med*. 2012;11(3):131-8.

19. Wani AA, Ramzan AU, Raina T, Malik NK, Nizami FA, Qayoom A, et al. Skull base fractures: an institutional experience with review of literature. *The Indian Journal of Neurotrauma*. 2013;10(2):120-6.
20. Goh KYC, Ahuja A, Walkden SB, Poon WS. Is routine computed tomographic (CT) scanning necessary in suspected basal skull fractures? *Injury*. 1997;28(5-6):353-7.
21. Mandang MW, Prasetyo E, Tangel SJC. Peran CT 3D dalam diagnosis patah tulang dasar kepala. *e-CliniC*. 2022;10(1):136-44.
22. Savastio G, Golfieri R, Pastore Trossello M, Venturoli L. Cranial trauma: the predictability of the presentation symptoms as a screening for radiologic study. *Radiol Med*. 1991;82:769-75.
23. Ziu M, Savage JG, Jimenez DF. Diagnosis and treatment of cerebrospinal fluid rhinorrhea following accidental traumatic anterior skull base fractures. *Neurosurg Focus*. 2012;32(6):E3.
24. Oh JW, Kim SH, Whang K. Traumatic cerebrospinal fluid leak: diagnosis and management. *Korean J Neurotrauma*. 2017;13(2):63.
25. Oakley GM, Alt JA, Schlosser RJ, Harvey RJ, Orlandi RR. Diagnosis of cerebrospinal fluid rhinorrhea: an evidence-based review with recommendations. *Int Forum Allergy Rhinol*. 2016;6(1):8-16.
26. Haxel BR, Grant L, MacKay-Sim A. Olfactory dysfunction after head injury. *J Head Trauma Rehabil*. 2008;23(6):407-13.
27. Joung Y il, Hyeong JY, Lee SK, Im TH, Cho SH, Ko Y. Posttraumatic anosmia and ageusia: Incidence and recovery with relevance to the hemorrhage and fracture on the frontal base. *J Korean Neurosurg Soc*. 2007;42(1):1-5.
28. Levin HS, High WM, Eisenberg HM. Impairment of olfactory recognition after closed head injury. *Brain*. 1985;108 (Pt 3)(3):579-91.
29. Yousem DM, Geckle RJ, Bilker WB, McKeown DA, Doty RL. Posttraumatic olfactory dysfunction: MR and clinical evaluation. *Am J Neuroradiol (AJNR)*. 1996;17(6):1171-9.
30. Chung MS, Choi WR, Jeong HY, Lee JH, Kim JH. mr imaging-based evaluations of olfactory bulb atrophy in patients with olfactory dysfunction. *Am J Neuroradiol (AJNR)*. 2018;39(3):532.
31. Pretto Flores L, de Almeida CS, Casulari LA. Positive predictive values of selected clinical signs associated with skull base fractures. *J Neurosurg Sci*. 2000;44(2):77-82; discussion 82-3.
32. Somasundaram A, Laxton AW, Perrin RG. The clinical features of periorbital ecchymosis in a series of trauma patients. *Injury*. 2014;45(1):203-5.
33. Taha A, Gan Y, Chavda S, Wasserberg J. A review of base of skull fractures. *Trauma*. 2007;9:29-37.
34. Merezhinskaya N, Mallia RK, Park DH, Bryden DW, Mathur K, Barker FM. Visual deficits and dysfunctions associated with traumatic brain injury: a systematic review and meta-analysis. *Optometry and Vision Science*. 2019;96(8):542-55.
35. Green W, Ciuffreda JK, Thiagarajan P, Szymanowicz D, Ludlam DP, Kapoor N. Accommodation in mild traumatic brain injury. *J Rehabil Res Dev*. 2010;47(3):183-200.
36. Barnett BP, Singman EL. Vision concerns after mild traumatic brain injury. *Curr Treat Options Neurol*. 2015;17(2):329.
37. Atkins EJ, Newman NJ, Biousse V. Post-traumatic visual loss. *Rev Neurol Dis*. 2008;5(2):73-81.