

Analisis Gambaran Elektroensefalografi (EEG) Pada Pasien Penyakit Ginjal Kronik di RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh

Analysis of Electroencephalography (EEG) Pattern in Chronic Kidney Disease Patients at Dr. Zainoel Abidin Regional General Hospital Banda Aceh

Nova Dian Lestari^{1*}, Nur Astini¹, Khusnul Amra²

¹Staf Pengajar Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala/ Divisi Ilmu Penyakit Saraf RSUD Dr. Zainoel Abidin Banda Aceh;

²Residen Neurologi Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia

*Email: novadianlestari@usk.ac.id

Submit : 7 Desember 2023; Revisi: 26 Juni 2024; Terima: 28 Juni 2024

ABSTRAK

Penyakit ginjal kronik merupakan kondisi umum yang dikaitkan dengan peningkatan risiko disfungsi organ multipel salah satunya dapat menyebabkan kerusakan otak dan bermanifestasi sebagai uremik ensefalopati. Diagnosis dini ensefalopati uremik merupakan hal yang sulit, patofisiologinya masih belum jelas, sangat kompleks dan bersifat multifaktorial. Kelainan gambaran elektroensefalografi telah diketahui sebagai salah satu tanda klinis pada penyakit ginjal kronik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis gambaran elektroensefalografi pada pasien penyakit ginjal kronik di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin, Banda Aceh. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah termasuk jenis penelitian observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*. Populasi target penelitian ini adalah semua pasien penyakit ginjal kronik yang dirawat di ruang rawat penyakit dalam selama periode penelitian dilakukan. Sampel penelitian ini adalah pasien penyakit ginjal kronik yang dirawat di ruang rawat penyakit dalam RSUDZA yang memenuhi kriteria inklusi sebanyak 30 sampel yang telah dipilih dengan menggunakan teknik *consecutive sampling*. Selanjutnya pasien yang memenuhi kriteria inklusi dilakukan pemeriksaan EEG standar dengan lama perekaman EEG selama 30 menit. Analisis data dilakukan dengan analisis deskriptif dan menggunakan uji *chi square* untuk melihat hubungan antar masing-masing variabel. Hasil analisis univariat menunjukkan presentase gambaran EEG abnormal sebesar 53,3% dimana 3,3% pada penyakit ginjal kronik stadium 3, 30% pada stadium 4 dan 20% pada stadium 5. Selanjutnya Hasil hasil uji *chi square* menunjukkan bahwa pada tingkat kemaknaan 95% terdapat hubungan yang signifikan antara stadium penyakit ginjal kronik dengan gambaran EEG dengan nilai $p=0,003$ ($p\text{-value} < 0.05$).

Kata kunci: elektroensefalografi, gambaran elektroensefalografi abnormal, penyakit ginjal kronik

ABSTRACT

Chronic kidney disease can cause brain damage and manifest as uremic encephalopathy. Early diagnosis of uremic encephalopathy is difficult, the pathophysiology is remain unclear, complex and multifactorial. Electroencephalography abnormalities have been recognized as one of the clinical signs of chronic kidney disease. This study aims to determine electroencephalography pattern in patients with chronic kidney disease at dr. Zainoel Abidin Regional General Hospital, Banda Aceh. This is an observational analytical study with a cross sectional design. The target population for this study was all patients with chronic kidney disease who were treated in the internal medicine ward at dr. Zainoel Abidin Regional General Hospital, Banda Aceh during the research period. The samples for this study were patients with chronic kidney disease who were treated in the

internal medicine ward at dr. Zainoel Abidin Regional General Hospital, Banda Aceh who met the inclusion criteria, consisting of 30 samples who had been selected using consecutive sampling techniques. Data was analyzed using univariate analysis to present frequencies and percentages of the entire research sample and bivariate analysis with chi square test to see the relationship between each variable. The results of the study showed that there was a relationship between the stage of chronic kidney disease and the EEG feature with the percentage of abnormal EEG images being 53.3%, of which 3.3% was in stage 3 chronic kidney disease, 30% in stage 4 and 20% in stage 5.

Keywords: electroencephalography, abnormal electroencephalography, chronic kidney disease

1. Pendahuluan

Gagal ginjal kronis masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Penyakit ginjal kronik sebagai kondisi umum yang dikaitkan dengan peningkatan risiko disfungsi organ multipel. Pengobatan tahap awal penyakit ginjal kronik efektif dalam memperlambat perkembangan menuju gagal ginjal. K/DOQI 2002, mengklasifikasikan penyakit ginjal kronik berdasarkan estimasi laju filtrasi glomerulus, dan lima stadium penyakit (Gadewar dkk., 2015). Peran ginjal dalam mempertahankan homeostasis sangat penting, namun itu hanya salah satu aspek dari fungsi ginjal. Ginjal terlibat dalam komunikasi hormonal yang mengatur tekanan darah melalui sistem renin angiotensin aldosteron. Peran lain termasuk regulasi eritropoiesis, komposisi mineral tulang/ homeostasis kalsium, transport oksigen, dan ginjal semakin dikenal sebagai pusat penting dari pensinyalan endotel (Jabbari and Vaziri, 2018; Hanna dkk., 2021; Stern-Nezer, 2021).

Otak, seperti halnya ginjal, adalah penerima sebagian besar curah jantung, dan merupakan salah satu organ yang paling sensitif, membutuhkan spesifikasi ketat untuk mempertahankan fungsi optimal. Neuron sangat peka terhadap kadar natrium, kalsium, perubahan tekanan darah, pengiriman oksigen, dan kebersihan darah secara keseluruhan dari limbah nitrogen terkait urea. Oleh karena itu, masuk akal bahwa kesehatan organ serebral, dan sejumlah besar neuron yang saling berhubungan dan rapuh secara elektrik akan sangat bergantung pada fungsi ginjal yang tepat. Faktor risiko penyakit neurologis yang terkait dengan ginjal termasuk kedaruratan hipertensi akut yang menyebabkan perdarahan serebrovaskular dari penyakit vaskular yang menyebabkan infark, penyakit jantung yang menyebabkan emboli dan uremik ensefalopati. Gagal ginjal juga berkontribusi terhadap patologi serebral melalui peningkatan risiko perdarahan, perubahan kadar fosfatonin, dan gangguan homeostasis kalsium dan vitamin D (Jabbari and Vaziri, 2018; Hanna dkk., 2021).

Gejala uremik ensefalopati dapat lebih jelas terjadi pada tahap akhir penyakit ginjal kronik. Ensefalopati adalah disfungsi serebral global, seringkali tanpa adanya penyakit otak struktural primer, yang juga dapat menyebabkan cedera otak permanen. Gejalanya dimulai secara diam-diam dan seringkali tidak disadari oleh pasien. Gejala yang mencirikan ensefalopati uremik klinis akibat gagal ginjal termasuk kelesuan mental, ketajaman mental berkurang dan kewaspadaan, mengantuk, stupor, koma, lekas marah, gelisah, mioklonus, kejang, anoreksia, mual, muntah, gatal, dan hipotermia (Gadewar dkk., 2015; Jabbari and Vaziri, 2018; Stern-Nezer, 2021).

Elektroensefalografi (EEG) berguna dalam menilai pasien dengan ensefalopati uremik dan memantau perkembangannya. Temuan EEG berkorelasi dengan gejala klinis dan, oleh karena itu, dapat menjadi nilai diagnostik. Selain itu, dapat bermanfaat untuk mengecualikan penyebab kebingungan lainnya seperti infeksi atau kelainan struktural. EEG pada ensefalopati uremik umumnya abnormal, menunjukkan perlambatan umum yang menjadi lebih parah seiring dengan memburuknya kondisi.

EEG pada penyakit ginjal kronik biasanya menunjukkan tegangan rendah yang tidak teratur dengan perlambatan ritme alfa dominan posterior dan ledakan theta sesekali. Semburan yang berkepanjangan dari gelombang bilateral, sinkron lambat dan tajam atau lonjakan dan gelombang adalah ciri khasnya. Perubahan ini stabil dengan dialisis. Kelainan EEG pada ensefalopati uremik tercermin melalui munculnya gelombang theta, hilangnya ritme dasar normal dan berkurangnya reaktivitas EEG terhadap stimulasi aferen dan dominasi oleh aktivitas delta umum. Semua perubahan ini sebagian besar dihargai di lead frontal. EEG dapat digunakan sebagai alat yang efektif untuk mendeteksi ensefalopati uremik subklinis atau laten. Temuan EEG yang merupakan karakteristik ensefalopati uremik dapat terlihat pada pasien CKD tanpa tanda-tanda ensefalopati yang jelas. Jadi, EEG dapat digunakan sebagai indikator prognostik respon terhadap terapi klinis CKD (Gadewar dkk., 2015).

Sampai saat ini masih sangat sedikit data yang tersedia mengenai perubahan EEG pada pasien penyakit ginjal kronik di Indonesia dan bahkan belum ada data mengenai gambaran EEG pada pasien penyakit ginjal kronik di RSUDZA Banda Aceh. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi temuan EEG pada berbagai tahap penyakit ginjal kronik.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah termasuk jenis penelitian observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*. Pada penelitian *cross sectional* pengukuran variabel dilakukan dalam waktu bersamaan. Nomor etik penelitian ini adalah 082/ETIK-RSUDZA/2023.

2.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin pada dua instalasi yaitu ruang rawat inap pasien penyakit dalam dan ruang pemeriksaan elektroensefalografi. Penelitian dilakukan pada bulan Juni hingga September 2023.

2.3 Populasi dan Sampel

Populasi target penelitian ini adalah semua pasien penyakit ginjal kronik yang dirawat di ruang rawat penyakit dalam RSUDZA selama periode penelitian dilakukan. Sampel penelitian ini adalah pasien penyakit ginjal kronik yang dirawat di ruang rawat penyakit dalam RSUDZA yang memenuhi kriteria inklusi sebanyak 30 sampel. Sampel dipilih secara *consecutive sampling* dimana semua subjek yang datang dan memenuhi kriteria dimasukkan dalam penelitian sampai subjek penelitian terpenuhi. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan secara *non-probability sampling* dengan menggunakan teknik *consecutive sampling*.

2.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi penelitian ini adalah:

1. Semua pasien yang telah didiagnosis penyakit ginjal kronik oleh spesialis penyakit dalam
2. Pasien yang *transportable* untuk dilakukan pemeriksaan elektroensefalografi saat dalam perawatan

Kriteria eksklusi penelitian ini adalah:

1. Pasien penyakit ginjal kronik dengan gangguan fungsi hepar
2. Pasien penyakit ginjal kronik dengan riwayat epilepsi sebelumnya.

2.5 Alat dan Bahan

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rekam medik dan hasil perekaman EEG. Rekam medis digunakan untuk mengumpulkan data identitas, demografi dan data diagnosis pasien. Hasil perekaman EEG digunakan untuk melihat gambaran EEG pasien yang kemudian diklasifikasikan menjadi normal atau abnormal.

2.6 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan mendata pasien penyakit ginjal kronik yang dirawat di ruang rawat inap penyakit dalam RSUDZA selama periode penelitian. Peneliti kemudian memilih pasien yang memenuhi kriteria inklusi untuk menjadi sampel penelitian. Peneliti kemudian melakukan *informed consent* kepada pasien atau pendamping pasien. Pasien yang bersedia menjadi sampel penelitian kemudian menjalani pemeriksaan EEG standar sesuai jadwal yang ditentukan. Peneliti mengumpulkan data identitas dan diagnosis pasien dari rekam medis dan dicatat pada lembar penelitian. Data kemudian dianalisis secara univariat dan bivariat untuk kemudian disajikan dan ditarik kesimpulan penelitian.

2.7 Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah gambaran elektroensefalografi sebagai variabel terikat, sedangkan penyakit ginjal kronik sebagai variabel tidak terikat.

2.8 Analisa Data

Analisis data dilakukan dengan analisis univariat untuk menyajikan frekuensi dan persentase variabel terikat dan tidak terikat dalam bentuk tabel dari keseluruhan sampel penelitian. Data juga dianalisis menggunakan analisis bivariat untuk melihat hubungan antar masing-masing variabel. Uji yang digunakan untuk analisis bivariat pada penelitian ini adalah uji *chi square*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik Responden Penelitian

Penelitian ini melibatkan sebanyak 30 orang responden dengan penyakit ginjal kronik. Adapun karakteristik responden penelitian kami sajikan pada Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa penelitian ini didominasi oleh jenis kelamin laki-laki dengan jumlah 16 orang (53,3%). Rerata usia responden dalam penelitian ini adalah $48,4 \pm 12,7$ tahun. Sebanyak tiga orang responden belum menikah, 22 orang responden sudah menikah dan empat orang lainnya cerai (mati dan hidup). Sebanyak 21 orang responden telah menamatkan pendidikan sembilan tahun, sedangkan sisanya belum.

Tabel 1. Karakteristik responden penelitian

Karakteristik	n	%	Mean	SD
Usia			48,4	12,7
Jenis kelamin				
Laki-laki	16	53,3		
Perempuan	14	46,7		
Status pernikahan				
Belum menikah	3	10		
Menikah	22	76,7		
Cerai	4	13,3		
Pendidikan				
≤9 tahun	9	30		
>9 tahun	21	70		
Kadar ureum (mg/dL)			83,3	47,2
Kadar kreatinin (mg/dL)			4,1	2,8
Kadar albumin (gr/dL)			2,8	0,5
Gambaran EEG				
Normal	14	46,7		
Abnormal	16	53,3		
<i>Background slow activity</i>	8	26,65		
<i>Intermittent slow activity</i>	8	26,65		
LFG			28,8	17,8
Stadium CKD				
2	3	10		
3	8	26,7		
4	12	40		
5	7	23,3		

Rerata kadar albumin serum pasien dalam penelitian ini adalah $2,8 \pm 0,5$ gr/dL, sedangkan untuk kadar ureum dan kreatinin masing-masing adalah $83,3 \pm 47,2$ dan $4,1 \pm 2,8$ mg/dL. Hal ini menunjukkan rerata pasien mengalami hipoalbumin serta gangguan fungsi ginjal. Adapun rerata LFG pasien dalam penelitian ini adalah $28,8 \pm 17,8$. Kebanyakan dari responden penelitian mengalami penyakit ginjal kronik stadium 4 dengan jumlah 12 orang (40%).

3.2 Perbandingan Gambaran Elektroensefalografi terhadap Stadium Penyakit Ginjal Kronik

Adapun perbandingan antara gambaran EEG dan stadium penyakit ginjal kronik dalam penelitian ini kami sajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa mereka dengan penyakit ginjal kronik stadium 4 dan 5 paling banyak memiliki gambaran EEG yang abnormal. Adapun hubungan antara kedua variabel penelitian pada tingkat kemaknaan 95% terdapat hubungan yang signifikan antara stadium penyakit ginjal kronik dengan gambaran EEG dengan nilai $p = 0,003$ ($p\text{-value} < 0,05$).

Tabel 2. Perbandingan Gambaran EEG terhadap stadium penyakit ginjal kronik

Stadium Penyakit Ginjal Kronik	Gambaran EEG						p
	Normal		Background Slow Activity		Intermittent Slow Activity		
	n	%	n	%	n	%	
Stadium 2	3	10	0	0	0	0	0,003
Stadium 3	7	23,3	0	0	1	3,3	
Stadium 4	3	10	3	10	6	20	
Stadium 5	1	3,3	5	16,7	1	3,3	

Penyakit ginjal kronik merupakan istilah yang mencakup semua tingkat penurunan fungsi ginjal dari kerusakan ginjal kronis yang bersifat ringan, sedang, dan berat. Penyakit ginjal kronik menjadi masalah kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Peningkatan kejadian dan prevalensi gagal ginjal dengan *outcome* yang buruk dan pengeluaran biaya yang tinggi telah terjadi di banyak negara (KDIGO CKD Work Group, 2013; Setiati *et al.*, 2014). *National Kidney Foundation* (NKF) menetapkan definisi dan klasifikasi penyakit ginjal kronik pada tahun 2002.

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara gambaran EEG terhadap stadium penyakit ginjal kronik. Mereka dengan penyakit ginjal kronik stadium 4 dan 5 paling banyak memiliki gambaran EEG yang abnormal, sedangkan mereka dengan penyakit ginjal kronik stadium 2 dan 3 memiliki gambaran EEG yang normal. Adapun hubungan yang ada pada tabel di atas signifikan berdasarkan uji statistik ($p=0,003$). Penelitian lain menunjukkan perubahan karakteristik EEG juga diamati dengan meningkatnya keparahan penyakit ginjal kronik. Pola gelombang delta lambat lebih menonjol pada penyakit ginjal kronik stadium 5 ($p < 0,01$), pelepasan asimetris, distimia, transien gelombang tajam, dan bentuk gelombang amplitudo rendah lebih menonjol pada penyakit ginjal kronik stadium 4 ($p < 0,01$) (Gadewar dkk., 2015).

Gagal ginjal memang dapat menyebabkan komplikasi otak, termasuk ensefalopati yang gejala umumnya adalah gangguan atensi dan kognitif. Penelitian menunjukkan kemungkinan bahwa gagal ginjal dapat menyebabkan ensefalopati yang lebih berat karena berbagai mekanisme patogenik. Aktivitas latar belakang EEG antara penyakit ginjal stadium akhir dengan dan tanpa komorbiditas diabetes berbeda secara signifikan dalam kekuatan relatif delta pada kondisi mata terbuka di daerah frontoparietal (Jatupornpoonsub dkk., 2021).

Selain itu, pemeriksaan pada kondisi mata tertutup menunjukkan perubahan gelombang theta di seluruh wilayah; beta di daerah parieto-okspital pada kedua kondisi mata; rasio delta/theta pada kedua kondisi mata di daerah frontoparietal; dan rasio theta/beta di seluruh wilayah dalam kondisi mata tertutup. Temuan ini dapat meningkatkan kesadaran akan komplikasi serebral komorbiditas dalam praktik klinis. Selain itu, rasio delta / theta direkomendasikan sebagai fitur optimal untuk menentukan tingkat keparahan ensefalopati (Jatupornpoonsub dkk., 2021).

Penelitian lain yang melibatkan pasien hemodialisa menunjukkan peningkatan yang signifikan pada total daya EEG, daya relatif pada pita frekuensi delta, dan rasio daya delta-theta/alpha-beta setelah mereka menjalani HD. Perubahan spektral EEG dikaitkan dengan usia yang lebih muda, terapi hemodialisis yang baru dimulai, tingkat uremia, dan tingkat glikemia yang lebih rendah (Florea *et al.*,

2021). Hal ini menunjukkan bahwa analisis spektral EEG kuantitatif menunjukkan bahwa hemodialisis menyebabkan perlambatan aktivitas latar belakang EEG. Perubahan ini dikaitkan dengan faktor risiko *dialysis disequilibrium syndrome* (DDS).

Pemeriksaan EEG dapat digunakan sebagai salah satu alat yang efektif dalam mendeteksi ensefalopati uremik subklinis atau laten. Temuan pemeriksaan EEG yang merupakan karakteristik ensefalopati uremik dapat ditemukan pada pasien penyakit ginjal kronik tanpa tanda-tanda ensefalopati yang jelas. Hal ini membuat EEG dapat digunakan sebagai indikator prognostik respon terhadap terapi klinis penyakit ginjal kronik (Gadewar dkk., 2015). EEG pada ensefalopati uremik umumnya abnormal, dimana terdapat perlambatan general yang menjadi lebih parah seiring dengan memburuknya kondisi (Rohl, Harms dan Pommer, 2007).

Pemeriksaan EEG pada penyakit ginjal kronik biasanya menunjukkan tegangan rendah yang tidak teratur dengan melambatnya ritme alfa dominan posterior dan kadang-kadang semburan theta. Ledakan gelombang lambat dan tajam bilateral, sinkron, atau lonjakan dan gelombang yang berkepanjangan merupakan ciri khasnya. Perubahan ini stabil dengan dialisis (Rohl, Harms dan Pommer, 2007). Kelainan EEG pada ensefalopati uremik tercermin melalui munculnya gelombang theta, hilangnya ritme dasar normal, dan berkurangnya reaktivitas EEG terhadap stimulasi aferen dan dominasi aktivitas delta umum. Semua perubahan ini sebagian besar didapatkan pada bagian frontal (Arief, 2007).

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara stadium penyakit ginjal kronik dengan gambaran EEG dimana mereka dengan penyakit ginjal kronik stadium 4 dan 5 paling banyak memiliki gambaran EEG yang abnormal, sedangkan mereka dengan penyakit ginjal kronik stadium 2 dan 3 memiliki gambaran EEG yang normal. Presentase gambaran elektroensefalografi abnormal pada pasien penyakit ginjal kronik di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin Banda Aceh berdasarkan penelitian ini adalah sebesar 53,3% dimana 3,3% pada penyakit ginjal kronik stadium 3, 30% pada stadium 4 dan 20% pada stadium 5. Jenis gambaran elektroensefalografi abnormal pada pasien penyakit ginjal kronik di Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin Banda Aceh berdasarkan penelitian ini berupa *background slow activity* (26,65%) dan *intermittent slow activity* (26,65%).

Ucapan Terimakasih

Penulis menyampaikan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada Direktur, Wakil Direktur sumber daya manusia (SDM) dan Kepala Bidang Penelitian dan Pengembangan (LITBANG) Rumah Sakit Umum Daerah dr. Zainoel Abidin (RSUDZA). Penulis juga mengucapkan rasa terimakasih kepada anggota peneliti yang telah bekerjasama menyelesaikan penelitian ini dan kepada pasien yang telah bersedia menjadi responden penelitian.

Daftar Pustaka

- Abou-Khalil, B. W. (2006) *Atlas of EEG and Seizure Semiology*. USA: Elsevier.
Ammirati, A. L. (2020) 'Chronic kidney disease', *Rev Assoc Med Bras*, 509(Suppl 1), pp. 20–25.

- Arieff, A. I. (2007) "Nervous system manifestations of renal failure," *Diseases of the Kidney and Urinary Tract*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins, hal. 2460–2481.
- Budikayanti, A., Octaviana, F., Khosama, H., Gunadarma, S., Hamid, D., Indrawati, L., & Nizmah. (2021) *EEG praktis: modul EEG dasar*. 3rd edn. Jakarta: UI Publishing.
- Evans, M., Lewis, R., Morgan, A., Whyte, M., Hanif, W., Bain, S., Davies, S., Dashora, U., Yousef, Z., Patel, D., & Strain, W. (2022) 'A Narrative Review of Chronic Kidney Disease in Clinical Practice: Current Challenges and Future Perspectives', *Advances in Therapy*, 39(1), pp. 33–43. doi: 10.1007/s12325-021-01927-z.
- Gadewar, P., Acharya, S., Khaikar, P., Sukhla S., & Mahajan, S. (2015) 'Dynamics of electroencephalogram (EEG) in different stages of chronic kidney disease', *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 9(3), pp. 25–27. doi: 10.7860/JCDR/2015/11257.5705.
- Gilbert, S., Weiner, D., Bomback, A., Perazella, M., & Tonelli, M. (2018) *National kidney foundation's primer on kidney diseases*. Seventh ed, Elsevier. Seventh ed. New York City: Elsevier.
- Hanna, R., Ferrey, A., Rhee, C., & Kalantar-Zadeh, K. (2021) 'Renal-Cerebral Pathophysiology: The Interplay Between Chronic Kidney Disease and Cerebrovascular Disease', *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 30(9). doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105461.
- Jabbari, B. and Vaziri, N. D. (2018) 'The nature, consequences, and management of neurological disorders in chronic kidney disease', *Hemodialysis International*, 22(2), pp. 150–160. doi: 10.1111/hdi.12587.
- Jatupornpoonsub, T., Thimachai, P., Supasyndh, O., & Wongsawat, Y. (2021) "Background Activity Findings in End-Stage Renal Disease With and Without Comorbid Diabetes: An Electroencephalogram Study." *Frontiers in Human Neuroscience*. Tersedia pada: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fnhum.2021.741446>.
- Kalantar-Zadeh, K., Jafar, T., Nitsch, D., Neuen, B., & Perkovic, V. (2021) 'Chronic kidney disease', *The Lancet*, 398(10302), pp. 786–802. doi: 10.1016/S0140-6736(21)00519-5.
- KDIGO CKD Work Group (2013) *KDIGO 2012 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease*. New York.
- Kidney Disease Improving Global Outcomes (2023) 'Clinical practice guideline for evaluation and management of chronic disease', *Kidney international supplements*, (July).
- Rohl, J., Harms, L. dan Pommer, W. (2007) "Quantitative EEG findings in patients with chronic renal failure," *European journal of medical research*, 12(4), hal. 173.
- Stern-Nezer, S. (2021) 'Chronic and end-stage kidney disease in the neurological intensive care unit', *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 30(9). doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2021.105819.
- Tatum, W., Husain, A., Benbadis, S., & Kaplan, P. (2008) *Handbook of EEG interpretation*. United States of America: Demos Medical Publishing.
- Vaidya SR and Aeddula NR (2021) *Chronic renal failure*, StatPearls Publishing. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535404/> (Accessed: 3 July 2023).