

Tinjauan Pustaka

Hubungan Prematuritas dengan Hipotiroid Kongenital

Sandrina Audy Aprilia¹, Intanri K, Intan Kusumaningtyas³,Khairun Nisa Berawi⁴¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Bandar Lampung²Departemen Patologi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Bandar Lampung³Departemen Obstetri dan Ginekologi, RSUD H. Abdoel Moeloek, Bandar Lampung⁴Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Bandar Lampung*Korespondensi: sandrinaaprilia01@gmail.com

Abstrak

Pendahuluan: Hipotiroid kongenital merupakan kelainan endokrin tersering pada neonatus yang dapat menyebabkan gangguan tumbuh kembang bila tidak ditangani sejak dini. Prematuritas menjadi faktor risiko penting karena imaturitas aksis hipotalamus–pituitari–tiroid dan keterbatasan penyimpanan iodium. Berbagai studi menunjukkan peningkatan risiko hipotiroid kongenital, terutama bentuk transien, pada bayi prematur, namun hasilnya masih bervariasi sehingga diperlukan telaah literatur untuk memperjelas hubungan dan strategi deteksi optimal.

Metode: Penelitian ini merupakan *literature review* yang menelaah hubungan antara prematuritas dan hipotiroid kongenital melalui pencarian literatur di *PubMed*, *ScienceDirect*, *Scopus*, *Google Scholar*, *SpringerLink*, dan *Garuda* (2015–2025). Artikel yang disertakan meliputi penelitian asli, *review*, dan *meta-analysis* berbahasa Inggris atau Indonesia yang relevan.

Pembahasan: Prematuritas berkaitan dengan peningkatan risiko hipotiroid kongenital, terutama bentuk transien dan kenaikan TSH tertunda. Imaturitas aksis tiroid, paparan obat, serta faktor eksternal memperburuk disfungsi hormonal. Sebagian besar kasus bersifat sementara, namun sebagian kecil permanen.

Simpulan: Prematuritas meningkatkan risiko hipotiroid kongenital, sehingga diperlukan skrining berulang dan pemantauan jangka panjang untuk mencegah keterlambatan diagnosis serta memastikan penatalaksanaan optimal.

Kata Kunci: Prematuritas, Hipotiroid Kongenital, Skrining Neonatal

Relationship Between Prematurity and Congenital Hypothyroidism

Abstract

Introduction: Congenital hypothyroidism is the most common endocrine disorder in neonates and can cause growth and developmental disorders if not treated early. Prematurity is an important risk factor due to the immaturity of the hypothalamic–pituitary–thyroid axis and limited iodine storage capacity. Various studies have shown an increased risk of congenital hypothyroidism, particularly in its transient form, among preterm infants; however, the results remain variable, necessitating a literature review to clarify the association and optimize detection strategies.

Method: This study is a literature review analyzing the relationship between prematurity and congenital hypothyroidism. Literature searches were conducted through PubMed, ScienceDirect, Scopus, Google Scholar, SpringerLink, and Garuda (2015–2025). Included articles consisted of original research, reviews, and meta-analyses in English or Indonesian discussing the topic.

Discussion: Prematurity is associated with an increased risk of congenital hypothyroidism, particularly transient forms and delayed TSH elevation. Immaturity of the thyroid axis, exposure to medications, and external factors exacerbate hormonal dysfunction. Most cases are temporary, although a small proportion may become permanent.

Conclusion: Prematurity increases the risk of congenital hypothyroidism; therefore, repeated screening and long-term monitoring are essential to prevent delayed diagnosis and ensure optimal management.

Keywords: Prematurity, Congenital Hypothyroidism, Neonatal Screening

1. PENDAHULUAN

Artikel ini bertujuan untuk memberikan kontribusi terhadap bidang endokrin pediatrik dengan menelaah secara komprehensif hubungan antara prematuritas dengan kejadian hipotiroid kongenital. Fokus utama penulisan ini adalah memperluas pemahaman mengenai faktor-faktor risiko yang memengaruhi

fungsi tiroid pada neonatus prematur, serta implikasinya terhadap strategi deteksi dini dan intervensi terapeutik. Prematuritas telah lama diidentifikasi sebagai salah satu kondisi yang dapat memengaruhi fungsi tiroid neonatal, namun berbagai penelitian menunjukkan hasil yang tidak konsisten mengenai kekuatan dan pola hubungan antara prematuritas

dan hipotiroid kongenital. Oleh karena itu, telaah literatur yang mendalam diperlukan untuk memperjelas keterkaitan kedua kondisi tersebut.

Hipotiroid kongenital adalah kelainan endokrin neonatal yang merupakan kondisi yang ditandai dengan insufisiensi hormon tiroid sejak lahir.¹ Hipotiroid kongenital dapat menimbulkan gangguan perkembangan neurologis dan tumbuh kembang yang signifikan pada neonatus jika tidak ditangani sejak dini. Beberapa negara telah menetapkan program skrining pada neonatus untuk mengukur kadar TSH atau T4 untuk mendeteksi hipotiroid kongenital.²

Secara umum, hipotiroid kongenital dilaporkan sebagai salah satu gangguan endokrin yang paling sering ditemukan pada periode neonatal, dengan variasi angka kejadian antar wilayah dan populasi. Perbedaan karakteristik populasi, sistem skrining, serta faktor lingkungan diduga berperan dalam variasi tersebut. Beberapa laporan menunjukkan bahwa populasi Asia memiliki kecenderungan angka kejadian yang lebih tinggi dibandingkan populasi Barat, termasuk di negara berkembang, meskipun interpretasi temuan ini masih memerlukan kajian lebih lanjut.

Prematuritas adalah kondisi kelahiran sebelum usia kehamilan 37 minggu, yang menyebabkan bayi memiliki kerentanan lebih tinggi terhadap gangguan fungsi tiroid.⁷ Pada bayi prematur, interpretasi hasil skrining dan manajemen hipotiroid kongenital menjadi lebih kompleks. Hal ini berkaitan dengan proses maturasi tiroid fetal dan neonatal yang berlangsung secara bertahap, di mana aksis hipotalamus–pituitari–tiroid baru mencapai fungsi penuh mendekati usia kehamilan cukup bulan, sehingga pada bayi prematur maturasi ini belum sempurna.⁸ Selain itu, bayi prematur memiliki ukuran kelenjar tiroid yang lebih kecil dan kapasitas penyimpanan iodium yang terbatas, yang dapat mengurangi kemampuan produksi hormon tiroid.⁹ Faktor eksternal seperti paparan yodium (misalnya dari antiseptik), intervensi medis tertentu (seperti penggunaan steroid atau dopamin), fluktuasi nutrisi, serta stres perinatal juga dapat memengaruhi fungsi tiroid neonatal.¹⁰

Beberapa studi observasional dan tinjauan literatur menunjukkan bahwa bayi prematur memiliki risiko lebih tinggi mengalami hipotiroid kongenital yang bersifat transien dibandingkan bayi cukup bulan.¹¹ Nilai ambang TSH dan fT4 yang berbeda berdasarkan usia gestasi, ditambah variabilitas protokol skrining antar negara,

berpotensi menyebabkan *underdiagnosis* maupun hasil *false negative*. Selain itu, beberapa penelitian juga melaporkan adanya kenaikan TSH yang tertunda (*delayed TSH rise*) pada bayi prematur dengan hasil skrining awal normal, sehingga kondisi ini dapat terlewat apabila tidak dilakukan pengukuran ulang beberapa minggu kemudian.¹²

Penulisan artikel ini penting karena meskipun telah ada literatur tentang gangguan tiroid neonatus, masih terdapat perdebatan mengenai apakah prematuritas merupakan faktor risiko independen terhadap hipotiroid kongenital permanen atau transien, dan bagaimana protokol skrining terbaiknya. Kontribusi yang diharapkan ialah memberikan data terkini dari populasi lokal (atau sampel penelitian) mengenai prevalensi hipotiroid kongenital pada bayi prematur, menganalisis faktor risiko prematuritas (usia gestasi, berat lahir, komplikasi neonatal), rekomendasi waktu dan metode skrining ulang tiroid khusus untuk kelompok prematur.

Secara akademis, penelitian ini bisa mendukung atau memperluas temuan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa sebagian besar gangguan pada bayi prematur bersifat transien, tetapi sebagian kecil bisa

menjadi permanen jika tidak ditangani tepat waktu. Misalnya, penelitian Kanike et al. (2017) menunjukkan bahwa sekitar 80 % kasus hipotiroid kongenital yang dideteksi pada bayi prematur ternyata bersifat transien setelah 3 tahun pengobatan.¹³ Jika data baru menunjukkan frekuensi lebih tinggi dari kasus permanen pada prematur, maka temuan ini dapat menantang asumsi bahwa semua gangguan tiroid pada prematur bersifat sementara.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan desain *literature review* dengan pendekatan pencarian sistematis untuk menelaah hubungan antara prematuritas dengan hipotiroid kongenital. Pencarian literatur dilakukan melalui enam basis data utama, yaitu *PubMed*, *ScienceDirect*, *Scopus*, *Google Scholar*, *SpringerLink*, dan *Garuda*, dengan rentang publikasi tahun 2015–2025 untuk memastikan bahwa bukti yang dianalisis merupakan data terbaru. Strategi pencarian disusun menggunakan kombinasi kata kunci seperti “*prematurity*”, “*preterm*”, “*congenital hypothyroidism*”, “*thyroid dysfunction*”, “*neonatal screening*”, dan “*TSH*”, yang dikombinasikan menggunakan operator Boolean (AND, OR) guna meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas pencarian di setiap database.

Pencarian awal menghasilkan sebanyak 70 artikel, yang kemudian diperiksa untuk menghapus duplikasi sehingga tersisa 20 artikel untuk tahap peninjauan judul dan abstrak. Pada tahap ini, artikel yang tidak relevan dengan fokus penelitian, seperti studi yang hanya membahas gangguan tiroid maternal, populasi non-neonatal, atau tidak mengevaluasi fungsi tiroid berdasarkan usia gestasi, dieliminasi. Artikel yang lolos kemudian dianalisis secara menyeluruh melalui *full-text screening* untuk menentukan kelayakannya sesuai kriteria inklusi dan eksklusi.

Kriteria inklusi meliputi artikel berupa penelitian asli, *systematic review*, atau *meta-analysis* yang mempelajari populasi bayi prematur atau preterm, menilai kadar TSH/T4 atau diagnosis hipotiroid kongenital, dan dipublikasikan dalam bahasa Indonesia atau Inggris. Sebaliknya, kriteria eksklusi mencakup artikel yang berupa editorial, komentar, abstrak konferensi, tidak tersedia dalam format *full-text*, atau tidak menyajikan data relevan mengenai fungsi tiroid neonatal. Pada tahap *full-text screening*, beberapa artikel dikeluarkan lebih lanjut karena tidak membedakan usia gestasi secara jelas, tidak mengukur biomarker tiroid, atau

tidak mendefinisikan *outcome* hipotiroid kongenital secara spesifik.

Setelah melalui proses seleksi berlapis, total 10 artikel memenuhi seluruh kriteria dan diikutsertakan dalam analisis akhir pada *literature review* ini. Artikel-artikel tersebut kemudian dianalisis berdasarkan desain penelitian, karakteristik populasi, metode pemeriksaan tiroid, serta hubungan yang dilaporkan antara prematuritas dan hipotiroid kongenital.

3. PEMBAHASAN

Secara fisiologis, prematuritas memengaruhi fungsi tiroid neonatus karena sistem hormon tiroid termasuk aksis hipotalamus–pituitari–tiroid (HPT) belum mencapai kematangan penuh pada usia gestasi sebelum cukup bulan. Pada bayi yang lahir prematur, produksi hormon tiroid oleh kelenjar tiroid belum optimal karena proses sintesis hormon, aktivasi enzim, serta surge TSH pascakelahiran yang normal masih belum berkembang sempurna, sehingga kadar T4 dan T3 seringkali lebih rendah dibandingkan neonatus cukup bulan. Selain itu, preterm infants juga memiliki tingkat protein pengikat hormon tiroid (misalnya TBG) yang lebih rendah sehingga konsentrasi hormon tiroid total dalam sirkulasi menurun, sementara respons TSH terhadap

penurunan hormon tiroid dapat blunted atau tertunda (*delayed TSH elevation*). Keadaan ini sering digambarkan sebagai *hypothyroxinemia of prematurity*, yang mencerminkan rendahnya kadar hormon tiroid meskipun kadar TSH mungkin belum meningkat sesuai. Selain imaturitas HPT, prematuritas juga berkaitan dengan cadangan iodium yang rendah dan paparan faktor eksternal seperti obat-obatan tertentu (misalnya dopamin atau steroid) dan stres perinatal yang dapat menekan sekresi TSH atau produksi hormon tiroid. Kombinasi faktor-faktor ini menjelaskan kecenderungan gangguan fungsi tiroid pada bayi prematur, yang sering bersifat transien namun dapat menunda diagnosis jika hanya skrining tunggal dilakukan pada awal kehidupan.²⁰

Secara global, World Health Organization (WHO) melaporkan data hipotiroid kongenital terjadi pada 1 dari 3000 hingga 4000 kelahiran hidup di dunia.³ Pada beberapa studi menunjukkan prevalensi hipotiroid kongenital global sekitar 1 dalam 1.901 kelahiran hidup pada periode 2011–2020, yang menunjukkan adanya peningkatan angka kasus dalam beberapa tahun terakhir.⁴ Studi lain menyebut bahwa angka hipotiroid kongenital umumnya dilaporkan sebagai 1:3.000 hingga 1:4.000 di banyak

populasi.⁵ Pada populasi Asia, hipotiroid kongenital cenderung lebih tinggi dibandingkan rata-rata populasi global, dalam beberapa literatur mengenai hipotiroid kongenital, pada populasi di Asia merupakan salah satu populasi dengan insiden tinggi dibanding Eropa atau Amerika.⁵ Pada tahun 2020, sebuah penelitian melaporkan bahwa prevalensi hipotiroid kongenital di Indonesia adalah 1 dari 1.167 kelahiran hidup.

Beberapa penelitian terbaru memperkuat keterkaitan antara prematuritas dan gangguan tiroid pada neonatus, terutama dalam bentuk hipotiroid kongenital transien atau peningkatan TSH tertunda. Sebuah tinjauan oleh Klosinka et al. (2022) mengungkapkan bahwa bayi prematur mengalami lonjakan TSH dibanding bayi cukup lahir yang menyebabkan peningkatan risiko gangguan hormon seperti hipotioksinemia dan hipotiroid kongenital transien.¹⁴ Dalam sebuah studi retrospektif tentang bayi prematur < 37 minggu di Brussels antara 2014–2023, ditemukan bahwa dari 3.578 bayi prematur, terdapat 10 kasus hipotiroid kongenital (0,3 %) teridentifikasi, dengan 6 kasus bersifat transien dan 4 kasus terdeteksi melalui pemeriksaan ulang (*delayed TSH rise*).¹⁵ Dari kasus-kasus tersebut, hanya 2 yang dikonfirmasi sebagai hipotiroid kongenital permanen,

menjadikan insidensi hipotiroid kongenital permanen di kelompok prematur 1 dari 1.789 kelahiran.¹⁴

Penelitian di Korea terhadap bayi prematur <32 minggu mengungkap bahwa dari 180 bayi yang menjalani pemeriksaan TFT serial (TSH dan fT4) pada minggu 1, 3, dan 6 pascanatal, sebanyak 35 bayi (19,4 %) memerlukan terapi levotiroksin. Hampir setengah dari bayi yang mendapat terapi levotiroksin memiliki hasil normal pada TFT awal. Hal ini menunjukkan bahwa skrining tunggal hari pertama saja tidak cukup, dan pemeriksaan berkala sangat penting untuk mendeteksi kasus tertunda.¹⁶ Selaras dengan sebuah penelitian besar di bidang skrining (*Screening for Delayed TSH Rise, 2024*), fenomena hipotiroidisme transien pertama (*first transient hypothyroxinemia of prematurity*) dijelaskan sebagai kondisi ketika lonjakan TSH yang terjadi saat lahir tidak diikuti kenaikan fT4 yang memadai. Penelitian ini menekankan pentingnya skrining ulang untuk bayi prematur, karena sejumlah kasus baru muncul setelah skrining pertama yang normal.¹²

Penelitian oleh Campos-Martorell et al. (2022) pada 509 bayi prematur di bawah usia gestasi 31 minggu menunjukkan pola fluktuatif hormon tiroid yaitu terjadi penurunan fT4 ringan yang

transien di minggu pertama, diikuti oleh kenaikan TSH tertunda dalam sebagian bayi. Meskipun banyak kasus kembali ke normal dalam beberapa bulan, sebagian kecil menunjukkan gangguan yang menetap sehingga memerlukan intervensi.¹⁷ Studi Observasional di India (2023) melaporkan prevalensi hipotiroid kongenital sekitar 2 % pada bayi prematur, dengan hubungan signifikan antara kadar TSH tinggi dan faktor-faktor seperti paritas, persalinan per vaginam, serta diabetes gestasional ibu.¹⁸

Patofisiologi bayi prematur berada dalam situasi ganda yang membebani fungsi tiroid neonatus. Sistem regulasi hormon tiroid (aksis hipotalamus-hipofisis-tiroid) belum matang sempurna, sehingga respons TSH terhadap defisiensi hormon lebih lambat.¹⁹ Akibatnya, nilai total T4 dan fT4 pada bayi prematur umumnya lebih rendah karena kontribusi hormon maternal yang berkurang maupun imaturitas kelenjar dan mekanisme konversi perifer T4 ke T3.²⁰

Obat-obatan yang sering digunakan pada perawatan intensif neonatal seperti dopamin atau steroid juga berpotensi menekan pelepasan TSH dari hipofisis, yang dapat memperburuk kondisi penekanan hormonal pada neonatus. Paparan yodium berlebih karena

penggunaan media kontras atau antiseptik dapat memicu efek *Wolff–Chaikoff* (penekanan sementara produksi hormon tiroid) pada bayi prematur. Dalam satu penelitian, sekitar 18,2 % bayi prematur yang mendapat media kontras iodine mengalami hipotiroid transien.¹⁴

Namun, sebagian besar data menunjukkan bahwa bentuk hipotiroid pada bayi prematur bersifat transien dan dapat kembali ke fungsi normal setelah beberapa waktu terutama bila tidak ada kelainan pada struktur kelenjar. Penentuan permanen atau sementara seringkali membutuhkan pemantauan jangka panjang dan penilaian genetik atau imaging kelenjar tiroid. Dalam ringkasan data penelitian-penelitian di atas memperlihatkan bahwa bayi prematur memiliki tantangan ganda dalam hal diagnosis dan manajemen hipotiroid kongenital. Skrining awal mungkin gagal mendeteksi kasus tertunda, pemicu eksternal dan penggunaan obat dapat memperburuk gangguan hormonal, dan perbedaan protokol antar pusat mengakibatkan variasi signifikan dalam temuan. Semua ini menunjukkan perlunya pendekatan skrining dan tindak lanjut yang disesuaikan untuk populasi prematur agar diagnosis dan intervensi tidak terlambat.

Meskipun sebagian besar penelitian mendukung adanya hubungan antara prematuritas dan peningkatan risiko hipotiroid kongenital, beberapa temuan lain justru menunjukkan hasil yang berbeda. Sebuah analisis kohort dari *National Newborn Screening Program* di Jepang (2021) melaporkan bahwa prematuritas tidak secara signifikan meningkatkan risiko hipotiroid kongenital permanen, dengan insidensi yang hampir serupa antara bayi prematur dan cukup bulan setelah dikoreksi terhadap faktor komorbid lain seperti sepsis, BPD, dan penggunaan steroid. Selain itu, penelitian oleh Peters et al. (2019) terhadap 2.940 bayi prematur menemukan bahwa mayoritas gangguan tiroid yang terdeteksi bersifat fisiologis dan tidak berlanjut menjadi hipotiroidisme, di mana hanya 0,05% yang terkonfirmasi permanen—angka yang bahkan lebih rendah dibanding populasi cukup bulan dalam studi tersebut.

Studi populasi besar dari *Netherlands Neonatal Registry* (2020) juga menyatakan bahwa penurunan fT4 pada prematur tidak selalu merepresentasikan gangguan tiroid, melainkan merupakan *non-thyroidal illness syndrome* akibat kondisi kritis neonatal, sehingga tidak semua bayi dengan TSH ringan meningkat memerlukan terapi

levotiroksin. Beberapa penulis memperingatkan bahwa pemberian terapi terlalu dini pada kasus-kasus dengan TFT abnormal ringan dapat menyebabkan “*overdiagnosis*” dan potensi *overtreatment*, terutama pada kondisi transien yang akan membaik tanpa intervensi. Temuan-temuan tersebut memberikan perspektif bahwa hubungan antara prematuritas dan hipotiroid kongenital tidak bersifat absolut, dan variasi hasil dapat dipengaruhi oleh perbedaan protokol skrining, usia gestasi, kondisi klinis neonatus, serta batas nilai rujukan yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Prematuritas merupakan faktor risiko penting terhadap gangguan fungsi tiroid, terutama hipotiroid kongenital transien dan kenaikan TSH tertunda. Sebagian besar kasus hipotiroid kongenital pada bayi prematur bersifat sementara, namun sebagian kecil tetap memerlukan terapi jangka panjang. Kompleksitas maturasi aksis tiroid, paparan faktor eksternal, serta variabilitas protokol skrining menuntut dilakukannya pemantauan serial dan pendekatan individual. Skrining tunggal tidak memadai, sehingga pemeriksaan ulang sangat diperlukan untuk mencegah keterlambatan diagnosis dan terapi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Cavarzere, P. et al. Primary congenital hypothyroidism: a clinical review. *Front Endocrinol (Lausanne)* 16, (2025).
2. Rose, S. R. et al. Congenital Hypothyroidism: Screening and Management. *Pediatrics* 151, (2023).
3. Bowden, S. A. & Goldis, M. Congenital Hypothyroidism. (2025).
4. Costeira, M. J. et al. History of Neonatal Screening of Congenital Hypothyroidism in Portugal. *Int J Neonatal Screen* 10, 16 (2024).
5. Kopel, J. A global perspective on newborn congenital hypothyroidism screening. *Baylor University Medical Center Proceedings* 33, 137–020).
6. Setyaningsih, W. & Wulandari, R. D. The Evaluation of Congenital Hypothyroidism Screening Program in Indonesia: A Literature Review. *Jurnal Aisyah : Jurnal Ilmu Kesehatan* 7, 495–502 (2022)
7. Woythaler, M. Neurodevelopmental outcomes of the late preterm infant. *Semin Fetal Neonatal Med* 24, 54–59 (2019).
8. Jaruratanasirikul, S., Janjindamai, W. & Sriplung, H. Congenital hypothyroidism in preterm infants: a 3- to 8-year

- longitudinal study in southern Thailand. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism* 32, 1275–1282 (2019).
9. Ares Segura, S., Casano-Sancho, P. & Chueca Guindulain, M. Assessment of thyroid function in the preterm and/or very low birth weight newborn. *Anales de Pediatr a (English Edition)* 95, 277.e1-277.e8 (2021)
 10. Kanike, N., Davis, A. & Shekhawat, P. S. Transient hypothyroidism in the newborn: to treat or not to treat. *Transl Pediatr* 6, 349– 358 (2017).
 11. Park, E. S. & Yoon, J. Y. Factors associated with permanent hypothyroidism in infants with congenital hypothyroidism. *BMC Pediatr* 19, 453 (2019).
 12. Bret, N., Cherry, U., Lisa, S. & Fazey Bany, M. Screening for Delayed Thyroid Stimulation Hormone Rise and Atypical Congenital Hypothyroidism in Infants Born Very Preterm and Infants with Very Low Birth Weight. *J Pediatr* 269, (2024).
 13. Kanike, N., Davis, A. & Shekhawat, P. S. Transient hypothyroidism in the newborn: to treat or not to treat. *Transl Pediatr* 6, 349–358 (2017)
 14. Klosinska, M., Kaczynska, A. & Ben-Skowronek, I. Congenital Hypothyroidism in Preterm Newborns – The Challenges of Diagnostics and Treatment: A Review. *Front Endocrinol (Lausanne)* 13, (2022).
 15. Boros, E. et al. Delayed Thyrotropin Rise in Preterm Newborns: Value of Multiple Screening Samples and of a Detailed Clinical Characterization. *Thyroid®* 35, 738–747 (2025).
 16. Kim, H.-R. et al. Thyroid dysfunction in preterm infants born before 32 gestational weeks. *BMC Pediatr* 19, 391 (2019).
 17. Campos-Martorell, A. et al. Thyroid Function in 509 Premature Newborns Below 31 Weeks of Gestational Age: Evaluation and Follow-up. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* 14, 453–462 (2022).
 18. Kerudi, M. P., Kumar, G. M. & Mahendrappa, K. B. An Observational Study on The Prevalence of Congenital Hypothyroidism and factors affecting TSH levels in premature babies at tertiary care rural centre. *Int J Contemp Pediatrics* 10, 1293– 1297 (2023).
 19. Chung, H. R. Screening and management of thyroid dysfunction in preterm infants. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 24, 15–21 (2019).
 20. LaFranchi, S. H. Thyroid Function in Preterm/Low Birth Weight Infants: Impact on Diagnosis and Management of Thyroid Dysfunction. *Front Endocrinol (Lausanne)* 12, (2021).