

2022版美国儿科学会新生儿高胆红素血症管理指南解读

杨静丽 王建辉

(重庆医科大学附属儿童医院新生儿诊治中心/国家儿童健康与疾病临床医学研究中心/

儿童发育疾病研究教育部重点实验室/儿科学重庆市重点实验室, 重庆 400014)

[摘要] 2022年9月美国儿科学会更新了胎龄 ≥ 35 周新生儿高胆红素血症管理指南, 该指南在整理总结过去18年循证证据的基础上, 对胎龄 ≥ 35 周新生儿高胆红素血症的预防、风险评估、干预及随访等内容进行了更新, 现就核心要点进行解读, 旨在安全地降低胆红素脑病的风险及不必要的干预风险。

[中国当代儿科杂志, 2023, 25 (1): 11-17]

[关键词] 高胆红素血症; 指南; 解读; 新生儿

Interpretation of the 2022 American Academy of Pediatrics guidelines for the management of hyperbilirubinemia in newborn infants

YANG Jing-Li, WANG Jian-Hui. Department of Neonatology, Children's Hospital of Chongqing Medical University/National Clinical Research Center for Child Health and Disorders/Ministry of Education Key Laboratory of Child Development and Disorders/Chongqing Key Laboratory of Pediatrics, Chongqing 400014, China (Wang J-H, Email: wangjh@cqmu.edu.cn)

Abstract: The American Academy of Pediatrics updated the guidelines for the management of hyperbilirubinemia in the newborn infants with a gestational age of ≥ 35 weeks in September 2022. Based on the evidence over the past 18 years, the guidelines are updated from the aspects of the prevention, risk assessment, intervention, and follow-up of hyperbilirubinemia in the newborn infants with a gestational age of ≥ 35 weeks. This article gives an interpretation of the key points in the guidelines, so as to safely reduce the risk of bilirubin encephalopathy and unnecessary intervention.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2023, 25(1): 11-17]

Key words: Hyperbilirubinemia; Guideline; Interpretation; Newborn infant

新生儿高胆红素血症是新生儿期最常见的疾病之一, 严重患儿可遗留长期神经系统后遗症^[1-2]。为快速有效干预新生儿高胆红素血症, 避免胆红素脑病的发生, 2004年美国儿科学会(American Academy of Pediatrics, AAP)制定了胎龄 ≥ 35 周新生儿黄疸诊疗指南(以下简称“2004版AAP指南”)^[3]。2014年中华医学会儿科学分会新生儿学组制定了《新生儿高胆红素血症诊断和治疗专家共识》(以下简称“2014版国内共识”)^[4]。2022年9月, AAP在总结过去18年循证证据的基础上, 第一次对2004版AAP指南进行了更新(以

下简称“2022版AAP指南”)^[5]。现就2022版AAP指南中与新生儿黄疸诊疗相关的要点进行解读, 并与2004版AAP指南及2014版国内共识做一对比。

1 高胆红素血症高危因素的评估及监测

1.1 高危因素的评估

2022版AAP指南再次强调每个新生儿生后均应进行高胆红素血症高危因素的评估, 与2004版AAP指南不同的是, 新的指南更简单易实施, 取

[收稿日期] 2022-10-26; [接受日期] 2022-12-09

[基金项目] 国家重点研发计划资助(2022YFC2704805); 重庆市科卫联合医学科研项目(2022MSXM137)。

[作者简介] 杨静丽, 女, 硕士, 主治医师。

[通信作者] 王建辉, 男, 副主任医师, 副教授。Email: wangjh@cqmu.edu.cn。

消了主要、次要高危因素的分层,也较2014版国内共识内容更全面。2022版指南所列的高胆红素血症高危因素包括:(1)较低胎龄(胎龄<40周时,风险随胎龄的减少而逐渐升高);(2)生后24 h内出现黄疸;(3)产科出院前胆红素测量值[经皮胆红素(transcutaneous bilirubinometry, TcB)/血清或血浆总胆红素(total serum bilirubin, TSB)]接近光疗阈值;(4)明确的各种原因引起的新生儿溶血,或因胆红素增长过快而考虑溶血可能[日龄≤24 h时,增加速度≥0.3 mg/(dL·h);日龄>24 h,增加速度≥0.2 mg/(dL·h)];(5)产科出院前新生儿已接受光疗;(6)父母或兄弟姐妹有光疗或换血的既往史;(7)有遗传性红细胞疾病(如葡萄糖-6-磷酸脱氢酶缺乏症)家族史;(8)纯母乳喂养且摄入不足;(9)头皮血肿或明显瘀伤;(10)唐氏综合征;(11)糖尿病母亲分娩的巨大儿。

2022版AAP指南强调高胆红素血症神经毒性高危因素的正确评估,如存在神经毒性高危因素需降低光疗阈值及升级治疗的水平。2022版AAP指南取消了窒息、嗜睡、体温不稳定、酸中毒等情况,新增了生后24 h内临床状况不平稳,强调临床医生对病情判断的灵活性及重要性。2022版AAP指南中高胆红素血症神经毒性高危因素包括:(1)胎龄<38周(胎龄越小风险越高);(2)白蛋白<3.0 g/dL;(3)任何原因引起的溶血性疾病(包括免疫性溶血性疾病、葡萄糖-6-磷酸脱氢酶缺乏症或其他溶血性疾病);(4)新生儿败血症;(5)生后24 h内临床状况不平稳。

1.2 高胆红素血症的监测

TSB长期以来作为诊断高胆红素血症的“金标准”,在高胆红素血症的风险评估、指导光疗或换血干预决策中起着重要作用。TcB是无创检测胆红素的重要手段,实现了临床胆红素变化的无创动态监测,但容易受肤色的影响。尽管如此,TcB与TSB之间仍有较好的相关性^[6-7],研究显示当TSB<15 mg/dL时,两者差值通常在3 mg/dL以内^[8]。使用TcB筛查可以筛选出需进一步完善TSB检测的新生儿,以减少临床不必要的采血。

胆红素的视觉评估是通过临床体格检查观察黄疸范围来估计胆红素的水平。2022版AAP指南指出,日龄≥3 d的足月新生儿黄疸干预阈值较高,视觉评估容易将需要治疗的黄疸与轻度黄疸相鉴别^[9-10]。然而,与白种人群相比,黄种人群的视觉

评估与TcB或TSB存在差异的可能更大^[11],因此笔者建议国内有条件的医疗机构需对每位新生儿在7日龄前至少进行每日一次的TcB筛查,必要时完善TSB检测。

同2004版AAP指南一致,所有新生儿在产科出院前建议每12 h进行一次胆红素视觉评估,生后<24 h出现肉眼可见黄疸的新生儿,应尽快完善TSB或TcB。2022版AAP指南强调其他新生儿在出生后24~48 h或产科出院前应进行至少一次TSB或TcB检测。当TcB超过光疗阈值或在阈值3 mg/dL范围内,或≥15 mg/dL时,则建议完善TSB检测。若有两次及以上的TcB或TSB连续监测,可通过胆红素的升高速度来评估后续发生高胆红素血症的风险^[12]。如生后24 h内,胆红素升高≥0.3 mg/(dL·h),或24 h内升高≥0.2 mg/(dL·h),则尽快完善直接抗球蛋白试验(direct antiglobulin test, DAT)检测^[13]。

2022版指南及2004版指南均建议如母乳喂养的新生儿生后3~4周或配方奶喂养的新生儿生后2周仍有黄疸,应测量TSB及直接(或结合)胆红素水平,以明确有无胆汁淤积。2022版AAP指南指出直接胆红素和结合胆红素的细微差别,直接胆红素表示能和偶氮试剂直接反应的胆红素,包括结合胆红素、大部分δ-胆红素及少部分非结合胆红素,并建议将直接胆红素浓度>1.0 mg/dL或结合胆红素≥0.3 mg/dL定义为异常^[14-15]。结合胆红素大于TSB的20%已不再认为是诊断胆汁淤积的必备条件^[14]。直接或结合胆红素水平增高提示有病理性胆汁淤积的可能,需进一步完善相关检查以明确病因,如胆道闭锁、尿路感染、免疫性溶血性疾病、败血症及先天性代谢异常等。

2 高胆红素血症的干预

2022版AAP指南较2004版AAP指南、2014版国内共识在干预治疗的阈值方面存在明显区别。新的指南在整理总结近18年有关光疗的潜在危害及提高干预阈值安全性的新证据后,将光疗及换血的干预阈值整体提高了一个安全的范围,并且根据有无高胆红素血症神经毒性高危因素将干预阈值进行了差异化设置,旨在安全地降低胆红素脑病的风险及不必要的干预^[16]。同时,新的指南将不同胎龄的阈值划分得更加详细,更有利于精准化治疗。

2.1 光疗

2.1.1 光疗的时机 光疗的主要目的是避免 TSB 进行性升高，减少换血治疗风险。新的证据显示当胆红素浓度远高于 2004 版 AAP 指南的换血阈值时，才有可能发生胆红素脑病^[17-18]。另外，越来越多的证据显示光疗可能有少见但严重的晚期不良反应（如过敏、癫痫、癌症等）^[19-21]。因此，为避免过度光疗，将光疗阈值提高一个小的范围是安全合理的，但需同时强调住院期间胆红素筛查及出院后随访的重要性。

2022 版 AAP 指南根据有无高胆红素血症神经毒性高危因素、胎龄及生后时龄，绘制了新的光疗阈值图（图 1 和图 2）。由于光疗阈值是基于专家意见，并不是强有力的临床证据，临床医生可根据患儿具体情况及临床偏好选择更低的光疗阈值，以减少再入院的风险，但需评估过度治疗的风险。如新生儿生后早期胆红素上升速度过快，提示后期达到光疗阈值可能性很高，因此在产科住院期间可选择低于阈值的水平开始光疗。

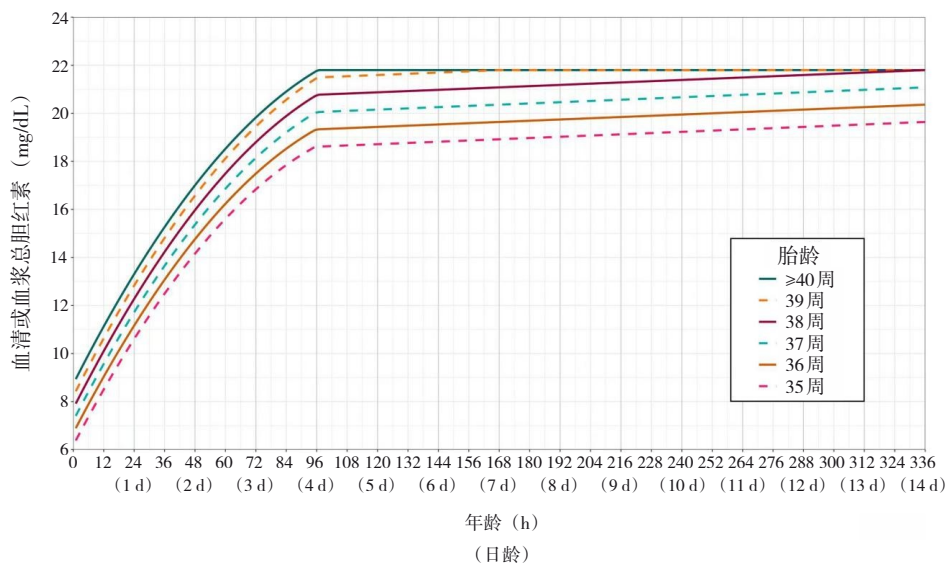


图 1 无高胆红素血症神经毒性高危因素新生儿的光疗阈值^[5]

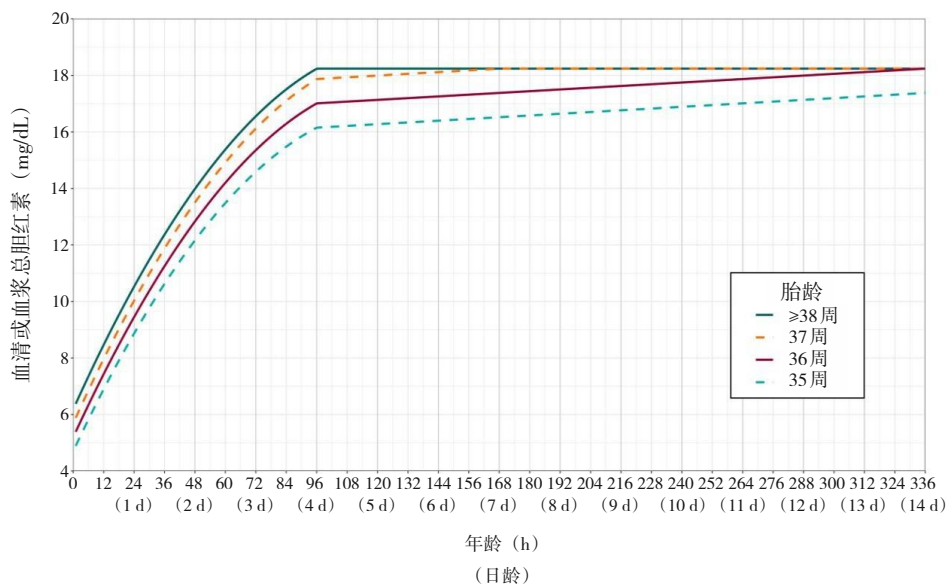


图 2 有高胆红素血症神经毒性高危因素新生儿的光疗阈值^[5]

2.1.2 光疗的选择 光疗的有效性取决于光疗的强度及患儿暴露的表面积（双面蓝光）。标准光疗的辐照度为 $8\sim 10\ \mu\text{W}/(\text{cm}^2\cdot\text{nm})$ ，强光疗的辐照度 $\geq 30\ \mu\text{W}/(\text{cm}^2\cdot\text{nm})$ 。当达到 2022 版指南光疗阈值（图 1 和图 2）时，一般使用窄光谱 LED 蓝光（波长约 $460\sim 490\ \text{nm}$ ）的强光疗，在最初 24 h 可使 TSB 下降 30%~40%，较标准光疗快 2~5 倍^[22]。

2.1.3 光疗的监测 光疗的临床效果一般在干预后 4~6 h 内显现^[23]。2004 版 AAP 指南推荐光疗后 4~24 h 复测 TSB，2014 版国内共识推荐光疗后 6~12 h 复测 TSB，对于溶血症或 TSB 接近换血阈值的患儿建议光疗后 4~6 h 复测。2022 版 AAP 指南建议光疗患儿应在开始光疗后 12 h 内复测 TSB，具体的初始 TSB 测量时间及频率应根据新生儿的日龄、有无高胆红素血症神经毒性高危因素、TSB 值及变化趋势由临床医生综合判断。选择家庭光疗的新生儿需每天测量 TSB，如 TSB 持续升高且与光疗阈

值的差值逐渐缩小，或 TSB 高于光疗阈值 $\geq 1\ \text{mg/dL}$ ，建议立即住院接受光疗^[24]。

2.1.4 停止光疗 停止光疗的决定应充分权衡减少光疗暴露、母婴分离的获益与发生高胆红素血症反弹（停止光疗后 72~96 h 内 TSB 再次达到光疗阈值）的风险。2022 版 AAP 指南推荐当 TSB 降低至光疗阈值 $2\ \text{mg/dL}$ 以下可停止光疗，如存在反弹危险因素（生后 $<48\ \text{h}$ 开始光疗、溶血性疾病、胎龄 <38 周、光疗停止时与光疗阈值相比 TSB 较高、喂养不足及体重增长欠佳、有高胆红素血症及高胆红素血症神经毒性高危因素等），可适当延长光疗时间^[25]。

2.1.5 光疗后的随访 光疗后随访在既往的指南及共识中均未给出明确建议。2022 版 AAP 指南表示光疗后随访的时机取决于高胆红素血症反弹的风险，具体随访时间见表 1。2022 版 AAP 指南推荐随访胆红素可选择测量 TcB。

表 1 停止光疗后随访胆红素时间表

情况	随访时间
产科住院期间 TSB 超过光疗阈值： (1) 生后 48 h 内接受光疗； (2) DAT 阳性； (3) 明确或怀疑溶血性疾病	停止光疗后 6~12 h 测量 TSB，第 2 天复测
除上述情况外，产后住院期间 TSB 超过光疗阈值	停止光疗后第 2 天复测
产后住院期间接受光疗，后因复查胆红素超过光疗阈值再次入院	停止光疗后第 2 天复测
产后住院期间未接受光疗，但出院后复测胆红素超过光疗阈值而再次入院，或超过光疗阈值且行家庭光疗的新生儿	停止光疗后 1~2 d 测量胆红素，或在光疗后 1~2 d 临床随访以明确是否进行胆红素测量（需考虑反弹性高胆红血症的危险因素）
除上述情况外	停止光疗后至少 12~24 h 后复测

注：[TSB] 血清或血浆总胆红素；[DAT] 直接抗球蛋白试验。

2.2 照护升级及换血疗法

2.2.1 照护升级 2022 版 AAP 指南提出照护升级的概念，它是指对胆红素升高或迅速增加的新生儿需要进行重症监护，以减少换血治疗风险。照护升级的阈值比换血阈值低 $2\ \text{mg/dL}$ ，当新生儿的 TSB 达到照护升级阈值时，应立即升级照护级别，并尽快将患儿转至能开展换血疗法的新生儿重症监护病房^[26]。

照护升级的患儿应立即接受静脉补液及强光疗。2022 版 AAP 指南建议溶血性疾病患儿静脉输注免疫球蛋白 ($0.5\sim 1\ \text{g/kg}$) 需更加谨慎。静脉输注免疫球蛋白可能无法预防 Rh 溶血病患儿的换血治疗，对非 Rh 新生儿溶血病（如 ABO 溶血）的影响尚不明确，且有观察性研究显示静脉输注免疫球蛋白可

能与新生儿坏死性小肠结肠炎有关，因此建议当强光疗后 TSB 升高或接近换血水平 ($2\sim 3\ \text{mg/dL}$)，且无换血条件时可考虑使用^[16]。

在照护升级期间应每 2 h 测量一次 TSB，如 TSB 降至照护升级阈值以下，可考虑按常规光疗处理。

2.2.2 换血疗法 2022 版 AAP 指南根据患儿有无高胆红素血症神经毒性高危因素、胎龄及生后小时龄，制定了新的换血标准（图 3 和图 4）。同时建议继续将胆红素/白蛋白比值（bilirubin to albumin ratio, B/A 比值）作为换血决策的参考：如胎龄 ≥ 38 周无神经毒性高危因素的新生儿 B/A 比值达 8.0，胎龄 ≥ 38 周伴有至少 1 项神经毒性高危因素或胎龄 35~37 周无神经毒性高危因素的新生儿 B/A

比值达 7.2，胎龄 35~37 周伴有至少 1 项神经毒性高危因素的新生儿 B/A 比值达 6.8。另外，2022 版 AAP 指南强调如患儿有急性胆红素脑病表现，应立即进行换血疗法。

当 TSB 达到换血阈值时，应立即进行换血准备。如在准备阶段复查 TSB 低于换血阈值，且患儿无胆红素脑病表现，则应考虑推迟换血，继续强光疗及补液治疗，每 2 h 复测 TSB，直至低于照护

升级阈值以下，将按常规光疗处理。

换血疗法推荐选择浓缩的洗涤红细胞与新鲜冰冻血浆混合至红细胞比容约 40%。换血治疗清除胆红素的功效与置换血浆中的白蛋白含量直接相关，当红细胞比容接近 40% 时，混合血中含有较高的白蛋白量，更有利于增加体内胆红素的清除^[27]。

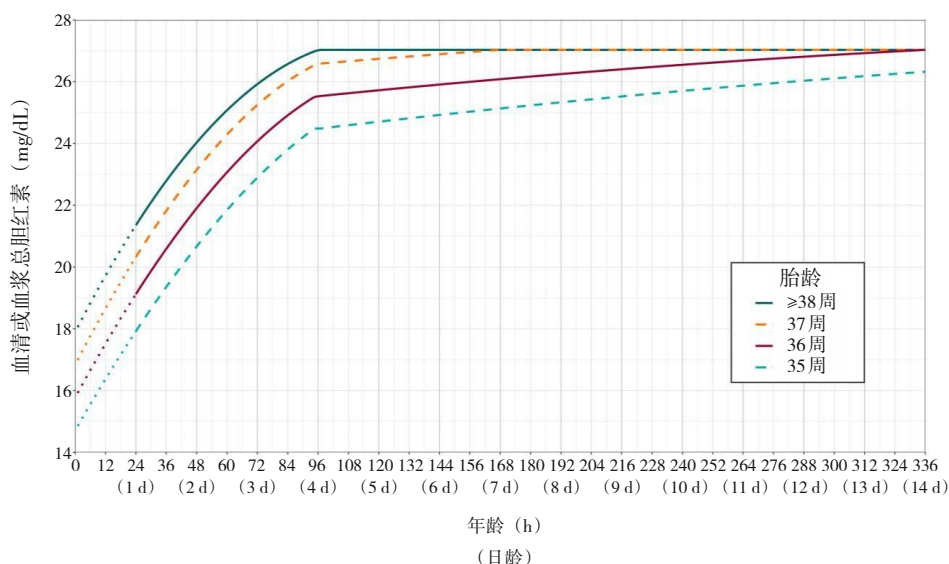


图3 无高胆红素血症神经毒性高危因素新生儿的换血阈值^[5]

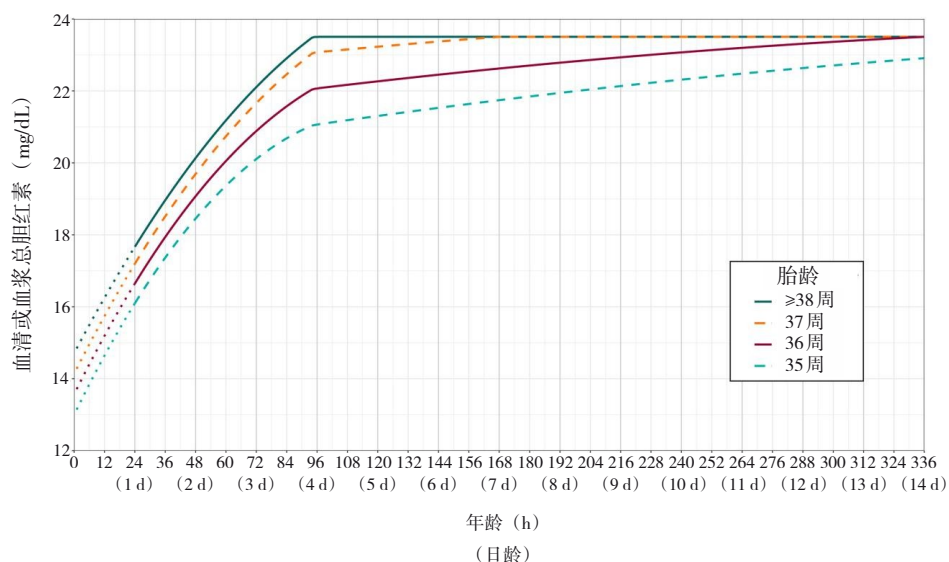


图4 有高胆红素血症神经毒性高危因素新生儿的换血阈值^[5]

3 出院后的随访

与 2004 版 AAP 指南使用小时胆红素列线图来

评估严重高胆红素血症发生风险不同，2022 版 AAP 指南建议使用胆红素测值与光疗阈值的差异来确定产科出院后随访计划。生后 12 h 后考虑出

院的新生儿，应计算最接近出院时测量的胆红素值与光疗阈值之间的差异，根据图 5 指导随访，而

所有在生后 12 h 内出院的新生儿均应在生后 24~48 h 随访胆红素。

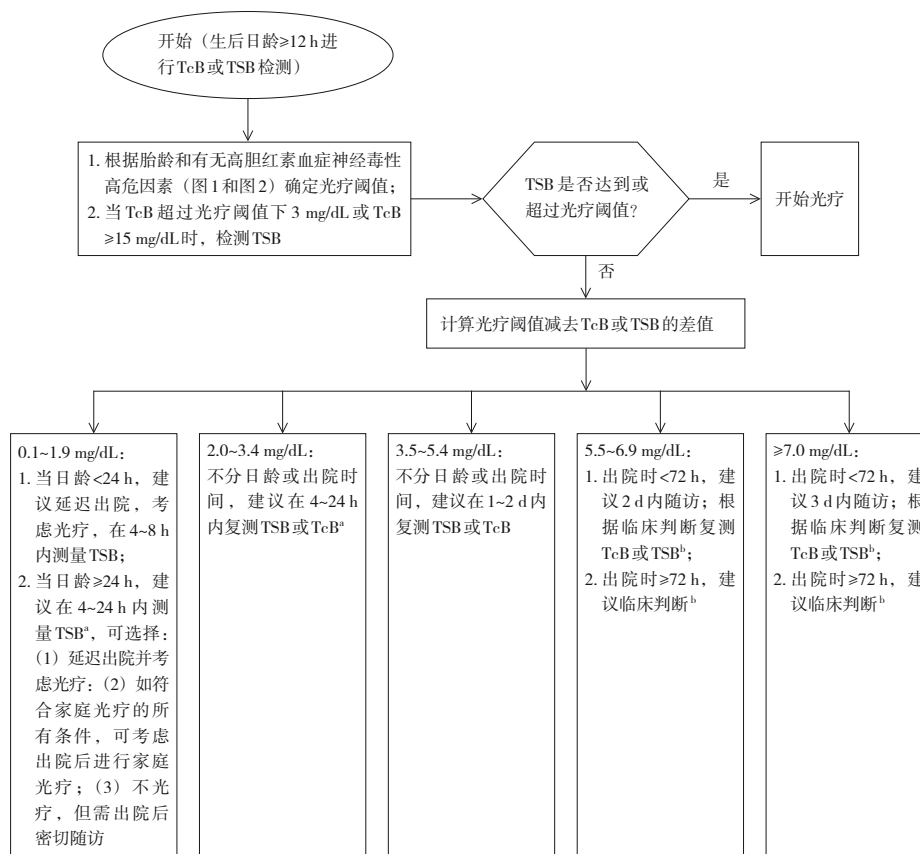


图 5 产后住院期间未接受光疗的新生儿出院后随访流程图 [TcB] 经皮胆红素; [TSB] 血清或血浆总胆红素。^a通过临床判断及综合决策确定 4~24 h 时间段内何时复查胆红素; ^b临床判断应结合体格检查、是否存在高胆红素血症高危因素及高胆红血症神经毒性高危因素、喂养是否充足、体重变化及家庭支持情况而定。

4 小结与展望

相较于 2004 版 AAP 指南及 2014 版国内共识，2022 新版指南强调了对高胆红血症神经毒性高危因素的评估及识别，细化了光疗及换血阈值的胎龄分层，且整体提升了干预阈值。然而，这样的更新对完善新生儿出院后随访制度提出了更高要求。另外，2022 版 AAP 指南与 2004 版指南一样，最大的弊端是缺乏对胎龄<35 周的新生儿提供治疗建议，因此，在早产儿高胆红素血症管理中，仍需参考 2014 版国内共识。同时，考虑到黄疸存在的人群种族差异性，积极开展基于国内新生儿人群的新生儿黄疸临床研究，并基于这些研究证据更新国内指南，将为我国新生儿科医师管理高胆红素血症提供更有针对性的参考。

[参 考 文 献]

- [1] Olusanya BO, Teeple S, Kassebaum NJ. The contribution of neonatal jaundice to global child mortality: findings from the GBD 2016 study[J]. Pediatrics, 2018, 141(2): e20171471. PMID: 29305393. DOI: 10.1542/peds.2017-1471.
- [2] Olusanya BO, Kaplan M, Hansen TWR. Neonatal hyperbilirubinaemia: a global perspective[J]. Lancet Child Adolesc Health, 2018, 2(8): 610-620. PMID: 30119720. DOI: 10.1016/S2352-4642(18)30139-1.
- [3] American Academy of Pediatrics Subcommittee on Hyperbilirubinemia. Management of hyperbilirubinemia in the newborn infant 35 or more weeks of gestation[J]. Pediatrics, 2004, 114(1): 297-316. PMID: 15231951. DOI: 10.1542/peds.114.1.297.
- [4] 中华医学会儿科学分会新生儿学组,《中华儿科杂志》编辑委员会. 新生儿高胆红素血症诊断和治疗专家共识[J]. 中华儿科杂志, 2014, 52(10): 745-748. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2014.10.006.

- [5] Kemper AR, Newman TB, Slaughter JL, et al. Clinical practice guideline revision: management of hyperbilirubinemia in the newborn infant 35 or more weeks of gestation[J]. *Pediatrics*, 2022, 150(3): e2022058859. PMID: 35927462. DOI: 10.1542/peds.2022-058859.
- [6] Hynes S, Moore Z, Patton D, et al. Accuracy of transcutaneous bilirubin versus serum bilirubin measurement in preterm infants receiving phototherapy: a systematic review[J]. *Adv Neonatal Care*, 2020, 20(6): E118-E126. PMID: 32366804. DOI: 10.1097/ANC.0000000000000738.
- [7] Yang ST, Liu FC, Chen HL. Comparison of transcutaneous and serum bilirubin before, under, and after phototherapy in term and late-preterm infants[J]. *Kaohsiung J Med Sci*, 2019, 35(11): 715-724. PMID: 31436020. DOI: 10.1002/kjm2.12121.
- [8] Maisels MJ, Ostrea EM, Touch S, et al. Evaluation of a new transcutaneous bilirubinometer[J]. *Pediatrics*, 2004, 113(6): 1628-1635. PMID: 15173483. DOI: 10.1542/peds.113.6.1628.
- [9] Maisels MJ, Clune S, Coleman K, et al. The natural history of jaundice in predominantly breastfed infants[J]. *Pediatrics*, 2014, 134(2): e340-e345. PMID: 25049352. DOI: 10.1542/peds.2013-4299.
- [10] Riskin A, Tamir A, Kugelman A, et al. Is visual assessment of jaundice reliable as a screening tool to detect significant neonatal hyperbilirubinemia?[J]. *J Pediatr*, 2008, 152(6): 782-787. PMID: 18492516. DOI: 10.1016/j.jpeds.2007.11.003.
- [11] Setia S, Villaveces A, Dhillon P, et al. Neonatal jaundice in Asian, white, and mixed-race infants[J]. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 2002, 156(3): 276-279. PMID: 11876673. DOI: 10.1001/archpedi.156.3.276.
- [12] Kuzniewicz MW, Park J, Niki H, et al. Predicting the need for phototherapy after discharge[J]. *Pediatrics*, 2021, 147(5): e2020019778. PMID: 33903163. DOI: 10.1542/peds.2020-019778.
- [13] Maisels MJ, Deridder JM, Kring EA, et al. Routine transcutaneous bilirubin measurements combined with clinical risk factors improve the prediction of subsequent hyperbilirubinemia[J]. *J Perinatol*, 2009, 29(9): 612-617. PMID: 19421200. DOI: 10.1038/jp.2009.43.
- [14] Fawaz R, Baumann U, Ekong U, et al. Guideline for the evaluation of cholestatic jaundice in infants: joint recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition and the European Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology, and Nutrition[J]. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2017, 64(1): 154-168. PMID: 27429428. DOI: 10.1097/MPG.0000000000001334.
- [15] Harpavat S, Garcia-Prats JA, Anaya C, et al. Diagnostic yield of newborn screening for biliary atresia using direct or conjugated bilirubin measurements[J]. *JAMA*, 2020, 323(12): 1141-1150. PMID: 32207797. PMCID: PMC7093763. DOI: 10.1001/jama.2020.0837.
- [16] Slaughter JL, Kemper AR, Newman TB. Technical report: diagnosis and management of hyperbilirubinemia in the newborn infant 35 or more weeks of gestation[J]. *Pediatrics*, 2022, 150(3): e2022058865. PMID: 35927519. DOI: 10.1542/peds.2022-058865.
- [17] Wickremasinghe AC, Risley RJ, Kuzniewicz MW, et al. Risk of sensorineural hearing loss and bilirubin exchange transfusion thresholds[J]. *Pediatrics*, 2015, 136(3): 505-512. PMID: 26283777. DOI: 10.1542/peds.2014-3357.
- [18] Wu YW, Kuzniewicz MW, Wickremasinghe AC, et al. Risk for cerebral palsy in infants with total serum bilirubin levels at or above the exchange transfusion threshold: a population-based study[J]. *JAMA Pediatr*, 2015, 169(3): 239-246. PMID: 25560920. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2014.3036.
- [19] Das RR, Naik SS. Neonatal hyperbilirubinemia and childhood allergic diseases: a systematic review[J]. *Pediatr Allergy Immunol*, 2015, 26(1): 2-11. PMID: 25229699. DOI: 10.1111/pai.12281.
- [20] Newman TB, Wu YW, Kuzniewicz MW, et al. Childhood seizures after phototherapy[J]. *Pediatrics*, 2018, 142(4): e20180648. PMID: 30249623. DOI: 10.1542/peds.2018-0648.
- [21] Bugaiski-Shaked A, Shany E, Mesner O, et al. Association between neonatal phototherapy exposure and childhood neoplasm[J]. *J Pediatr*, 2022, 245: 111-116. PMID: 35120988. DOI: 10.1016/j.jpeds.2022.01.046.
- [22] Maisels MJ, Kring E. Rebound in serum bilirubin level following intensive phototherapy[J]. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 2002, 156(7): 669-672. PMID: 12090833. DOI: 10.1001/archpedi.156.7.669.
- [23] Lamola AA. A pharmacologic view of phototherapy[J]. *Clin Perinatol*, 2016, 43(2): 259-276. PMID: 27235206. DOI: 10.1016/j.clp.2016.01.004.
- [24] Chang PW, Waite WM. Evaluation of home phototherapy for neonatal hyperbilirubinemia[J]. *J Pediatr*, 2020, 220: 80-85. PMID: 32067781. DOI: 10.1016/j.jpeds.2020.01.004.
- [25] Chang PW, Newman TB. A simpler prediction rule for rebound hyperbilirubinemia[J]. *Pediatrics*, 2019, 144(1): e20183712. PMID: 31196939. DOI: 10.1542/peds.2018-3712.
- [26] Wolf MF, Childers J, Gray KD, et al. Exchange transfusion safety and outcomes in neonatal hyperbilirubinemia[J]. *J Perinatol*, 2020, 40(10): 1506-1512. PMID: 32152492. PMCID: PMC8021453. DOI: 10.1038/s41372-020-0642-0.
- [27] Watchko JF. Emergency release uncross-matched packed red blood cells for immediate double volume exchange transfusion in neonates with intermediate to advanced acute bilirubin encephalopathy: timely but insufficient? [J]. *J Perinatol*, 2018, 38(8): 947-953. PMID: 29997396. DOI: 10.1038/s41372-018-0168-x.

(本文编辑: 邓芳明)