

## Statusartikel

# Lumboperitoneale shunts ved hydrocefalus

Adrian Pradel<sup>1</sup>, Frantz Rom Poulsen<sup>2, 3, 4</sup>, Mathias Just Nortvig<sup>2, 3</sup>, Sune Munthe<sup>2, 3, 4</sup>, Christian Bonde Pedersen<sup>2, 3, 4</sup>, Morten Blaabjerg<sup>2, 3, 4</sup> & Niclas Lyng Eriksen<sup>2, 3</sup>

1) Sundhedsfakultetet, Aarhus Universitet, 2) Neurokirurgisk Afdeling U, Odense Universitetshospital, 3) Klinisk Institut, Syddansk Universitet, 4) Privathospitalet Mølholm

Ugeskr Læger 2026;188:V10250850. doi: 10.61409/V10250850

## HOVEDBUDSKABER

- Ventrikuloperitoneale shunts er standardbehandlingen for normaltrykshydrocefalus, men lumboperitoneale shunts (LPS) viser sammenlignelig effekt og komplikationsprofil.
- LPS kan laves i lokalbedøvelse frem for generel anæstesi.
- LPS er associeret med betydelige socioøkonomiske fordele, men der mangler fortsat et større randomiseret studie.

Normaltrykshydrocefalus (NPH) er klinisk karakteriseret ved en triade bestående af balance- og gangforstyrrelser, kognitiv svækkelse og urininkontinens [1]. Dette er kendt som Hakims triade efter *Salomón Hakim*, der var den første til at beskrive sygdommen i 1965 [2]. Sygdommen behandles kirurgisk med indsættelse af et shuntsystem, som kan aflede cerebrospinalvæsken (CSV), hvorved CSV-trykket på det omkringliggende hjernevæv mindskes [3]. I dag er det hyppigst anvendte kirurgiske indgreb til behandlingen af NPH en ventrikuloperitoneal shunt (VPS), hvor CSV føres fra hjernens ventrikelsystem til peritoneum [4, 5]. Denne kirurgiske teknik blev opfundet i starten af det 20. århundrede [6]. Sidenhen har man videreudviklet andre kirurgiske shunts såsom den ventrikuloatriale shunt (VAS) i 1950'erne [7]. VAS drænerer CSV til hjertets højre atrium og kan være mere hensigtsmæssigt til patienter med intraabdominale forhold, der gør peritoneal drænage uhensigtsmæssig (intraabdominale adhærencer, forhøjet intraabdominalt tryk m.v.) [5]. Efterfølgende har man forsøgt sig med shunts til bl.a. pleura og galdeblæren. Fælles for alle disse metoder er, at de alle penetrerer hjernen med dertilhørende risici. Disse risici er især udpræget i sårbare patientgrupper præget af kognitiv svækkelse [8] og skrøbelighed [9], hvilket har skabt et behov for procedurer, der kan mindske det kirurgiske traume. I den sammenhæng er den lumboperitoneale shunt (LPS) lovende. LPS udnytter, at CSV bevæger sig langs hele neuroaksen og dermed også lumbalt, således at CSV-drænage fra det lumbale subaraknoidale rum alt andet lige bør have samme virkning som drænage fra hjernens ventrikelsystem. Lumbalt kan man dirigere CSV fra det lumbale subaraknoidale rum til peritoneum uden at penetrere raskt hjernevæv. Dette er formentlig associeret med en mere favorabel komplikationsprofil grundet den mindre invasive procedure uden punktering af hjernen.

Denne artikel gennemgår det nuværende behandlingsparadigme, og hvorvidt LPS bør tilbydes som standardbehandling for NPH.

## Patogenese

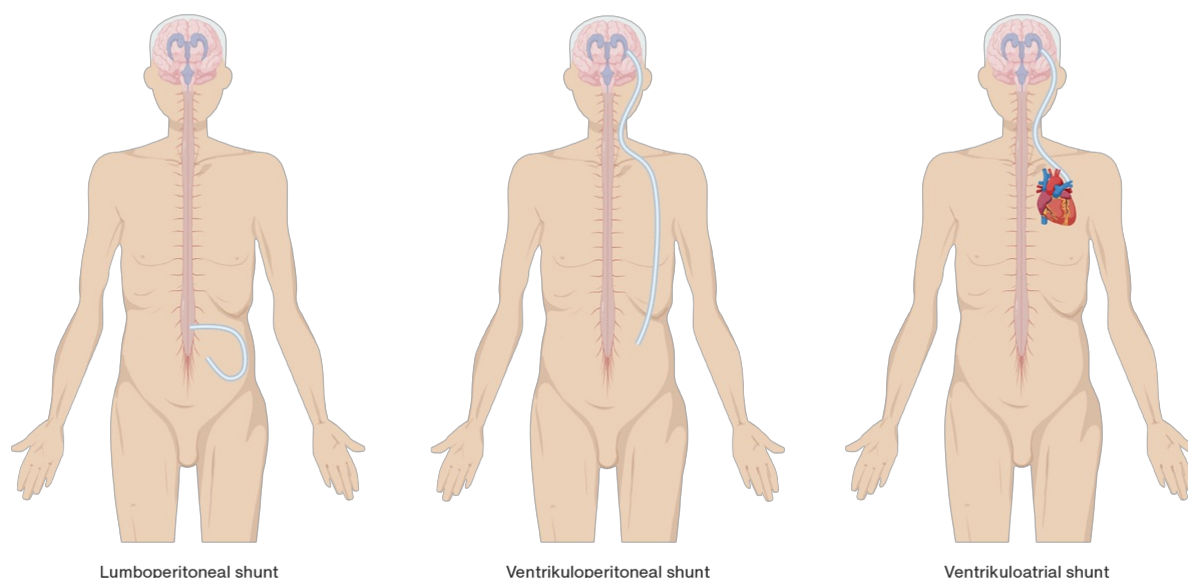
NPH inddeles klassisk i to former – idiopatisk NPH (iNPH) og sekundær NPH (sNPH) – og skyldes ubalancer i

CSV-sekretion og -resorption [10]. Denne artikel vil fokusere på iNPH, da LPS primært er anvendt og undersøgt i denne sygdom [11, 12]. De præcise patofysiologiske mekanismer er uafklarede, men antages bl.a. at involvere småkarssygdom, hypoperfusion, svækkelser i det glymfatiske system, astrogliose, neuroinflammation samt forstyrrelser i hjernens blod-hjerne-barriere [10, 13]. sNPH opstår derimod som følge af hjerneskader, herunder subaraknoidalblødning, meningitis, tidligere neurokirurgiske indgreb eller traumatiske hjerneskader [14]. iNPH udgør den hyppigste form, og det estimeres, at iNPH har en prævalens på 3,7% blandt personer over 65 år [15, 16].

## Behandling af normaltrykshydrocefalus

Behandlingen af NPH består af indoperation af et shuntsystem, som fjerner CSV. Ikkekirurgiske behandlingsstrategier såsom acetazolamid og neuroprotektive farmaka er blevet afprøvet, men effekten har vist sig at være begrænset [17]. Til behandling af NPH anvendes i dag primært kirurgiske metoder som VPS, LPS og VAS [16] (Figur 1).

**FIGUR 1** De mest anvendte kirurgiske teknikker til at aflede cerebrospinalvæsken fra hjernens ventrikelsystem.



De kirurgiske procedurer har vist sammenlignelige resultater med bedring hos 75% af patienter [16]. VPS udgør omkring 75% af alle anlagte shunts på verdensplan [16, 18] og er ligeledes den hyppigst anlagte shunt i Danmark. VPS er forbundet med en risiko for generelle komplikationer såsom blødning, overdrænage og infektioner samt intrakranielle komplikationer såsom epileptiske anfald, intrakranielle hæmatomer og hygromer [19]. I visse lande såsom Japan foretrækkes LPS som alternativ til VAS og VPS [4], idet man ved brug af denne metode undgår punktering af hjernevævet og dermed eliminerer risikoen for direkte hjernelæsioner. Dette afspejler sig i risikoreduktionen ved intrakranielle blødninger og epilepsi [20, 21]. En yderligere fordel ved anvendelsen af LPS er, at indgrebet kan foregå i lokal anæstesi. Dette reducerer risikoen for komplikationer relateret til generel anæstesi [22]. Særligt postoperativt delirium på baggrund af generel anæstesi rammer hyppigt i ældre patientpopulationer, der i forvejen er kognitivt svækket. Operation i lokal bedøvelse er desuden associeret med et overordnet kortere hospitaliseringsforløb, kortere knivtid og dermed en besparelse af hospitalsudgifter [22].

## Vurdering af behandlingseffekt

Effekten af shuntbehandling vurderes ud fra ændringer i triadesymptomerne. Kognitiv funktion vurderes ved

tests såsom Mini-Mental State Examination eller som led i en integreret evaluering med Hellström-skalaen, der vurderer fire overordnede domæner: gang, balance, kontinens og neuropsykologi [23]. Gangfunktion vurderes ofte med timed up and go-testen eller timeters gangtesten. Målemetoderne for urinvejssymptomer er ikke klinisk standardiserede og beror derfor ofte på patienternes subjektive fornemmelser.

## Sammenligning af den ventrikuloperitoneale shunt og den lumboperitoneale shunt

Der foreligger flere studier, som har sammenlignet behandlingen med LPS og VPS. Studierne er dog primært retrospektive eller enarmet prospektive og dermed ikke randomiserede. De studier, der dog findes, viser, at LPS behandlingsmæssigt er ligeværdigt med VPS [4, 16, 20, 21]. Det bedste kliniske studie, et prospektivt studie, som anvendte to forskellige populationer, sammenlignende behandlingseffekten af LPS med VPS [21]. I studiet fandt man, at LPS og VPS var sammenlignelige målt på deres evne til at forbedre uafhængighed (målt ved modified Rankin Scale) (63% vs. 69%) samt mindske symptomer (målt ved idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus Grading Scale) (75% vs. 77%). Den kognitive forbedring et år efter shunting var ligeledes sammenligneligt (Tabel 1) [21].

**TABEL 1** Patienter med normaltrykshydrocefalus med favorabelt udfald efter indsættelse af hhv. lumboperitoneal shunt og ventrikuloperitoneal shunt målt ved modified Ranking Scale og idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus Grading Scale samt middel pointforøgelse ved Mini-Mental State Examination [21].

Måleværktøjer	Lumbo- peritoneal shunt		Ventrikulo- peritoneal shunt	
	n (%)	95% KI	n (%)	95% KI
Modified Ranking Scale	52 (63)	51; 73	69 (69)	59; 78
Idiopathic Normal Pressure Hydrocephalus Grading Scale	62 (75)	64; 84	77 (77)	68; 84
Mini-Mental State Examination	1,9	0,9; 3,0	2,2	1,2; 3,2

Det er værd at bemærke, at nogle studier viser, at shuntbehandlings mest konsistente effekt ved iNPH ses på gangfunktionen, mens effekten på kognition og urinvejssymptomer er mere variabel og forbedringer i kognition og blærekontrol ikke opnås konsekvent [3, 24]. Den kliniske effekt kan i nogle tilfælde være kortvarig, særligt hvis patienter diagnosticeres for sent i sygdomsforløbet [25]. Disse divergerende resultater kan delvist forklares ved betydelig heterogenitet i patientselektion, diagnostiske kriterier og outcomemål på tværs af studier.

Et nyligt systematisk review og metaanalyse med over 1.400 deltagere underbygger ligeledes dette og konkluderer, at både VPS og LPS er de bedste behandlingsmodaliteter til NPH [4]. Reviewet viste bl.a., at VPS effektivt reducerer balance- og gangproblemer, mens LPS også var forbundet med forbedret kognitiv funktion og

bedre blærekontrol [4]. Samlet set peger evidensen således i retning af, at man kan forvente en sammenlignelig symptomreduktion, uanset om der anvendes VPS eller LPS til behandling af NPH.

## Uønskede virkninger

Komplikationsraten ved LPS og VPS er overordentlig sammenlignelige. Systematiske reviews har ikke kunnet påvise forskelle i forekomsten af infektioner, blødninger, shuntrevisioner eller overdrænage mellem de to kirurgiske procedurer [4, 16] (Tabel 2). Subdurale ansamlinger er en velkendt komplikation ved shuntbehandling, men forekomsten synes ikke at adskille sig mellem VP- og LP-shuntede patienter (Tabel 2). I et komparativt studie fandt man ligeledes, at andelen af patienter, der oplevede alvorlige såvel som ikkealvorlige bivirkninger, ikke adskilte sig signifikant blandt de to behandlinger ét år postoperativt. Således, uafhængigt af hvilken behandlingsmodalitet der vælges, kommer 20-30% af patienter til at have behov for en operativ shuntrevision, mens 20-25% af patienter kommer til at opleve mindre alvorlige komplikationer såsom overdrænageinduceret hovedpine [21].

**TABEL 2** Sammenligning af komplikationer efter behandling med hhv. lumboperitoneal shunt og ventrikuloperitoneal shunt, % (95% KI) [16].

	Lumboperitoneal shunt (N <sub>i</sub> = 209)	Ventrikuloperitoneal shunt (N <sub>v</sub> = 1.812)
Subdural ansamling <sup>a</sup>	7 (3; 12)	10 (6; 12)
Blødning	7 (3; 15)	2 (1; 4)
Infektion	-	3 (1; 5)
Shuntrevision	14 (5; 26)	18 (13; 24)
Mortalitet	-	1,5 (0,5; 4,2)

a) Subdural ansamling omfatter subdurale hæmatomer og subdurale hygromer.

## Socioøkonomiske fordele

Den nuværende evidens peger på, at VPS og LPS giver sammenlignelige resultater, både hvad angår behandlingseffekt og komplikationsrate. LPS ser dog ud til at have en fordel på de socioøkonomiske aspekter. I modsætning til VPS kan LPS udføres i lokal anæstesi. Studier har vist, at anvendelse af lokal anæstesi i forbindelse med LPS-operationer frem for generel anæstesi er associeret med færre anæstesirelaterede komplikationer samt kortere postoperative indlæggelser [22]. I et studie fandt man f.eks., at patienter opereret med LPS i lokal anæstesi i gennemsnit blev udskrevet en dag tidligere, end patienter opereret i generel anæstesi [22]. I andre studier har man vist, at det kirurgiske indgreb kan udføres hurtigere ved LPS end VPS, hvilket resulterer i kortere knivtid og dermed giver mulighed for flere elektive behandlinger [26]. I Danmark medfører VPS almindeligvis ca. ét døgn indlæggelse, hvorimod LPS kan udføres som sammedagskirurgi. Samlet set er LPS associeret med kortere kirurgiske procedurer og hurtigere patientforløb, hvilket alt i alt kan medføre potentielle

besparelser for et i forvejen presset sundhedsvæsen.

Det skal samtidig anerkendes, at shuntbehandling generelt er en ressourcekrævende intervention. VPS er forbundet med betydelige omkostninger relateret til kirurgi, anæstesi, indlæggelse samt håndtering af revisioner og komplikationer. Dette understreger behovet for fortsat fokus på mere omkostningseffektive og skånsomme behandlingsstrategier, herunder optimering af eksisterende shuntteknikker.

## Konklusion

Denne artikel udfordrer det etablerede VPS-paradigme til behandling af NPH og peger på, at LPS i stigende grad fremstår som et reelt alternativ. Flere studier dokumenterer, at LPS kan opnå kliniske resultater på niveau med VPS, både hvad angår forbedring af balance, gangfunktion, kognitive symptomer og urininkontinens. Hertil kommer proceduremæssige fordele ved LPS, såsom fraværet af intrakraniell penetration, muligheden for anvendelse af lokal anæstesi i stedet for generel anæstesi, en potentiel reduktion i visse alvorlige komplikationer samt et kortere kirurgisk indgreb og kortere postoperativ indlæggelse. Dette resulterer i gevinster for patienten samt for sygehusvæsenet. Disse forhold understøtter en revurdering, hvor LPS potentielt på sigt kan få en mere central placering. Dog er den eksisterende evidens præget af metodologiske begrænsninger. Hovedparten af studierne er retrospektive eller ikke-randomiserede og stammer primært fra asiatiske kohorter, hvilket kan reducere generaliserbarheden. Samlet set fremstår LPS dog som et lovende og i visse henseender mere skånsomt alternativ til VPS, men evidensgrundlaget er dog endnu utilstrækkeligt til at ændre praksis i bred skala. Fremtidige randomiserede kontrollerede multicenterstudier er nødvendige for endeligt at kunne fastslå, om LPS kan udfordre VPS som førstevalg i behandlingen af NPH og dermed potentielt markere et paradigmeskifte i håndteringen af sygdommen.

**Korrespondance** *Niclas Lyng Eriksen*. E-mail: [niclas.lynge.eriksen@rsyd.dk](mailto:niclas.lynge.eriksen@rsyd.dk)

**Antaget** 20. januar 2026

**Publiceret på ugeskriftet.dk** 13. april 2026

**Interessekonflikter** ingen. Alle forfattere har indsendt ICMJE Form for Disclosure of Potential Conflicts of Interest. Disse er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

**Referencer** findes i artiklen publiceret på ugeskriftet.dk

**Artikelreference** Ugeskr Læger 2026;188:V10250850

**doi** 10.61409/V10250850

**Open Access** under Creative Commons License [CC BY-NC-ND 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

## SUMMARY

### Lumboperitoneal shunts in hydrocephalus

Normal pressure hydrocephalus, defined clinically by Hakim's triad of gait and balance disturbance, cognitive decline, and urinary incontinence, presents a critical challenge in neurology. While the ventriculoperitoneal shunt remains the standard treatment, growing evidence suggests that the lumboperitoneal shunt (LPS) rivals its effectiveness, achieving similar improvements in gait and balance, cognition, and continence, with comparable complication rates. LPS may also offer advantages, such as local anaesthesia, shorter procedures, and shorter hospital stays, which could lead to cost savings for the healthcare sector.

## REFERENCER

1. Gavrilov GV, Gaydar BV, Svistov DV et al. Idiopathic normal pressure hydrocephalus (Hakim-Adams syndrome): clinical symptoms, diagnosis and treatment. *Psychiatr Danub*. 2019;31(Suppl 5):737-744
2. Wallenstein MB, McKhann GM 2nd, Salomón Hakim and the discovery of normal-pressure hydrocephalus. *Neurosurgery*. 2010;67(1):155-9. <https://doi.org/10.1227/01.NEU.0000370058.12120.0E>
3. Pearce RKB, Gontsarova A, Richardson D et al. Shunting for idiopathic normal pressure hydrocephalus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2024;8(8):CD014923. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD014923.pub2>
4. Liu X, Pan B, Deng X et al. Efficacy and safety of idiopathic normal pressure hydrocephalus shunting: a systematic review and meta-analysis. *Am J Transl Res*. 2025;17(2):1437-1447. <https://doi.org/10.62347/MMPE6658>
5. Bakhaidar M, Wilcox JT, Sinclair DS, Diaz RJ. Ventriculoatrial shunts: review of technical aspects and complications. *World Neurosurg*. 2022;158:158-164. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.11.025>
6. Aschoff A, Kremer P, Hashemi B, Kunze S. The scientific history of hydrocephalus and its treatment. *Neurosurg Rev*. 1999;22(2-3):67-93; discussion 94-5. <https://doi.org/10.1007/s101430050035>
7. Konar SK, Maiti TK, Bir SC et al. Robert H. Pudenz (1911–1998) and ventriculoatrial shunt: historical perspective. *World Neurosurg*. 2015;84(5):1437-40. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2015.05.080>
8. Racine AM, Fong TG, Gou Y et al. Clinical outcomes in older surgical patients with mild cognitive impairment. *Alzheimers Dement*. 2018;14(5):590-600. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2017.10.010>
9. Panayi AC, Orkaby AR, Sakthivel D et al. Impact of frailty on outcomes in surgical patients: a systematic review and meta-analysis. *Am J Surg*. 2019;218(2):393-400. <https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2018.11.020>
10. Bräutigam K, Vakis A, Tsitsipanis C. Pathogenesis of idiopathic normal pressure hydrocephalus: a review of knowledge. *J Clin Neurosci*. 2019;61:10-13. <https://doi.org/10.1016/j.jocn.2018.10.147>
11. Chang CC, Kuwana N, Ito S. Management of patients with normal-pressure hydrocephalus using a lumboperitoneal shunt system with the Codman Hakim programmable valve. *Neurosurg Focus*. 1999;7(4):e8. <https://doi.org/10.3171/foc.1999.7.4.9>
12. Chang CC, Kuwana N, Ito S, Ikegami T. Prediction of effectiveness of shunting in patients with normal pressure hydrocephalus by cerebral blood flow measurement and computed tomography cisternography. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 1999;39(12):841-5. <https://doi.org/10.2176/nmc.39.841>
13. Wang Z, Zhang Y, Hu F et al. Pathogenesis and pathophysiology of idiopathic normal pressure hydrocephalus. *CNS Neurosci Ther*. 2020;26(12):1230-1240. <https://doi.org/10.1111/cns.13526>
14. Tipton PW, Elder BD, Cogswell PM, Graff-Radford N. Normal pressure hydrocephalus, or Hakim syndrome: review and update. *Neurol Neurochir Pol*. 2024;58(1):8-20. <https://doi.org/10.5603/pjnns.97343>
15. Andersson J, Rosell M, Kockum K et al. Prevalence of idiopathic normal pressure hydrocephalus: a prospective, population-based study. *PLoS One*. 2019;14(5):e0217705. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217705>
16. Giordan E, Palandri G, Lanzino G et al. Outcomes and complications of different surgical treatments for idiopathic normal pressure hydrocephalus: a systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg*. 2018;131(4):1024-1036. <https://doi.org/10.3171/2018.5.JNS1875>
17. Del Bigio MR, Di Curzio DL. Nonsurgical therapy for hydrocephalus: a comprehensive and critical review. *Fluids Barriers CNS*. 2016;13:3 <https://doi.org/10.1186/s12987-016-0025-2>
18. Toma AK, Papadopoulos MC, Stapleton S et al. Systematic review of the outcome of shunt surgery in idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *Acta Neurochir (Wien)*. 2013;155(10):1977-80. <https://doi.org/10.1007/s00701-013-1835-5>
19. Karabatsou K, Quigley G, Buxton N et al. Lumboperitoneal shunts: are the complications acceptable? *Acta Neurochir (Wien)*. 2004;146(11):1193-7. <https://doi.org/10.1007/s00701-004-0392-3>
20. Xie D, Chen H, Guo X, Liu Y. Comparative study of lumboperitoneal shunt and ventriculoperitoneal shunt in the treatment of idiopathic normal pressure hydrocephalus. *Am J Transl Res*. 2021;13(10):11917-11924
21. Miyajima M, Kazui H, Mori E et al. One-year outcome in patients with idiopathic normal-pressure hydrocephalus: comparison of lumboperitoneal shunt to ventriculoperitoneal shunt. *J Neurosurg*. 2016;125(6):1483-1492. <https://doi.org/10.3171/2015.10.JNS151894>
22. Goto Y, Inoue T, Shitara S et al. Lumboperitoneal shunt surgery under spinal anesthesia on idiopathic normal pressure

- hydrocephalus patients. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2023;63(9):420-425. <https://doi.org/10.2176/jns-nmc.2022-0367>
23. Hellström P, Klinge P, Tans J, Wikkelsø C. A new scale for assessment of severity and outcome in iNPH. *Acta Neurol Scand*. 2012;126(4):229-37. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.2012.01677.x>
24. Luciano MG, Williams MA, Hamilton MG et al. A randomized trial of shunting for idiopathic normal-pressure hydrocephalus. *N Engl J Med*. 2025;393(22):2198-2209. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2503109>
25. Kazui H, Miyajima M, Mori E, Ishikawa M; SINPHONI-2 Investigators. Lumboperitoneal shunt surgery for idiopathic normal pressure hydrocephalus (SINPHONI-2): an open-label randomised trial. *Lancet Neurol*. 2015;14(6):585-94. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(15\)00046-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(15)00046-0)
26. Foo NP, Tun YC, Chang CC et al. Clinical outcome and safety of lumboperitoneal shunt in the treatment of non-obstructive hydrocephalus. *Clin Interv Aging*. 2023;18:477-483. <https://doi.org/10.2147/CIA.S401116>