



# Kollapsande kärl i halsen när vi står upp

Det är sedan tidigare känt att vener i halsen faller ihop, eller "kollapsar", när vi ställer oss upp från en liggande till en upprätt kroppsposition. Forskning från Umeå har nu visat att denna kollaps kan spela en avgörande roll i regleringen av trycket i hjärnan i denna position. Detta samband kan ha betydelse för diverse neurologiska sjukdomar där misstankar om en störning i hjärntrycket föreligger, och kan även bidra med viktig kunskap för att förstå de synrubbingar som drabbar astronauter efter längre vistelser i tyngdlöshet. Läs mer i denna artikel av **Petter Holmlund**, Umeå universitet.

**Denna artikel berör mitt** avhandlingsarbete som jag försvarade den 31 mars 2019 vid Umeå universitet. Avhandlingen är en del i ett större projekt som leds av professor Anders Eklund och professor Jan Malm, Umeå universitet. Det övergripande projektet är finansierat av svenska Rymdstyrelsen och Vetenskapsrådet.

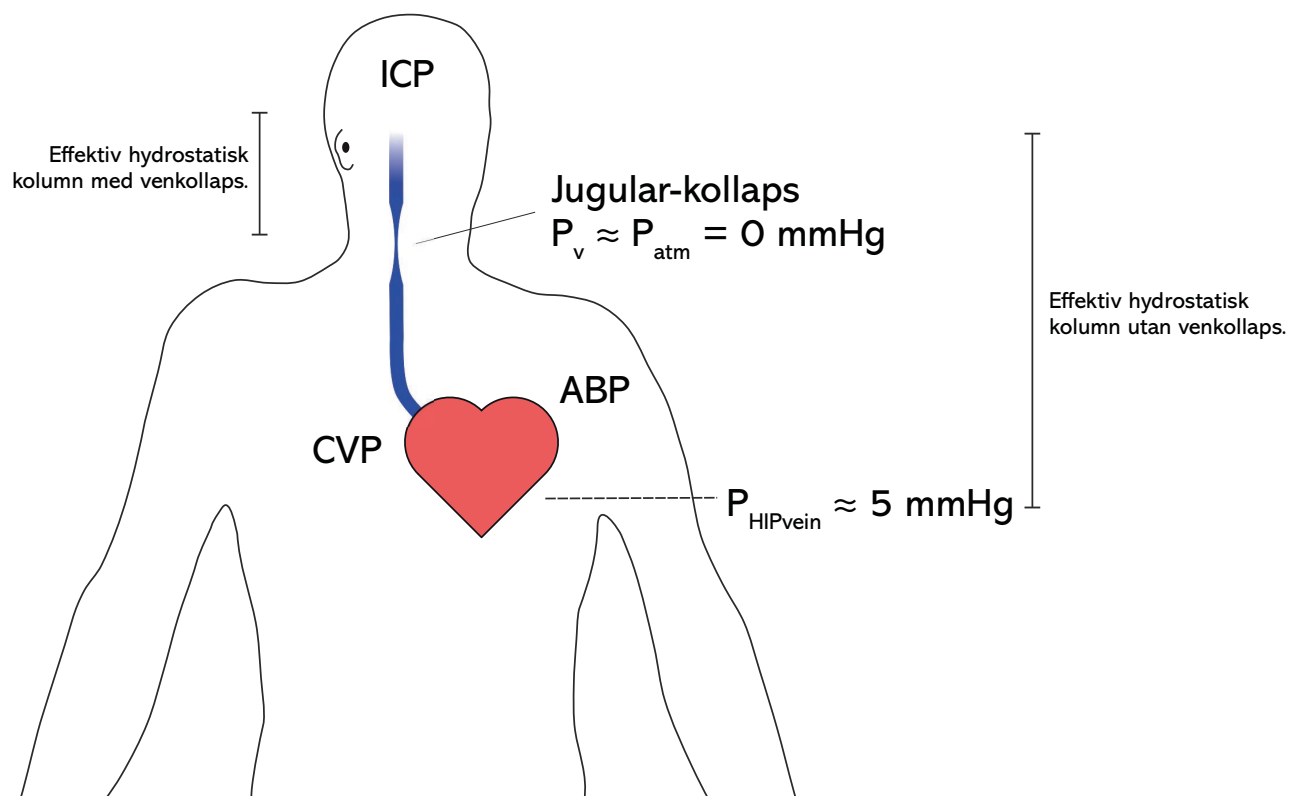
## VENKOLLAPS I HALSEN

I liggande kroppspositioner dräneras vanligtvis det mesta av blodet från hjärnan genom halsvenerna *vena jugularis interna* som leder blodet tillbaka till hjärtat.<sup>1</sup> I denna kroppsposition är trycket i vensystemet positivt och ungefär lika överallt (=centralt venttrycket) vilket blåser upp jugularvenerna, och resistansen för flöde är låg genom dessa kärl. När vi sedan ställer oss upp från en liggande position, vill gravitationen

driva/omfördela vätska och vävnad nedåt, vilket ger upphov till hydrostatiska effekter i kroppen (vätskepelare bildas), och trycket i jugularerna sjunker. När trycket i jugularerna till slut sjunker under det omgivande atmosfärstrycket kollapsar dessa ytliga vener. Denna kollaps ökar flödesresistansen i venerna, och en betydande del av blodet omdirigeras till andra parallella flödesvägar, såsom vertebralvenerna.<sup>1,2</sup> Denna ökade venresistans gör också att venttrycket i jugularerna hålls runt atmosfärnivå och venttrycket i huvudet sjunker därför betydligt mindre än vad det annars hade gjort [Figur 1].<sup>3</sup> Eftersom venöst blod delar det begränsade utrymmet i kraniet med hjärnvävnad, cerebrospinalvätska och arteriellt blod, samt att cerebrospinalvätskan som omger hjärnan absorberas till det venösa blodet, spelar denna regleringsfunktion en viktig roll för det intrakraniella trycket.



# reglerar trycket i hjärnan



Figur 1. Illustration av venkollapsen i halsen och den resulterande effektiva hydrostatiska kolumnen på vensidan jämfört med ett system utan kollaps. På artärsidan där trycket är högt gäller också den hydrostatiska kolumnen från hjärtat. CVP=centralt ventryck; ABP=arteriellt blodtryck; ICP=intrakraniellt tryck;  $P_v$ =ventryck i halsen;  $P_{HIPvein}$ =trycket i den hydrostatiska indifferenspunkten i vensystemet (dvs den punkt där trycket är oförändrat vid lägesändringar från liggande till upprätt).

## INTRAKRANIELLT TRYCK OCH KROPPSPPOSITION

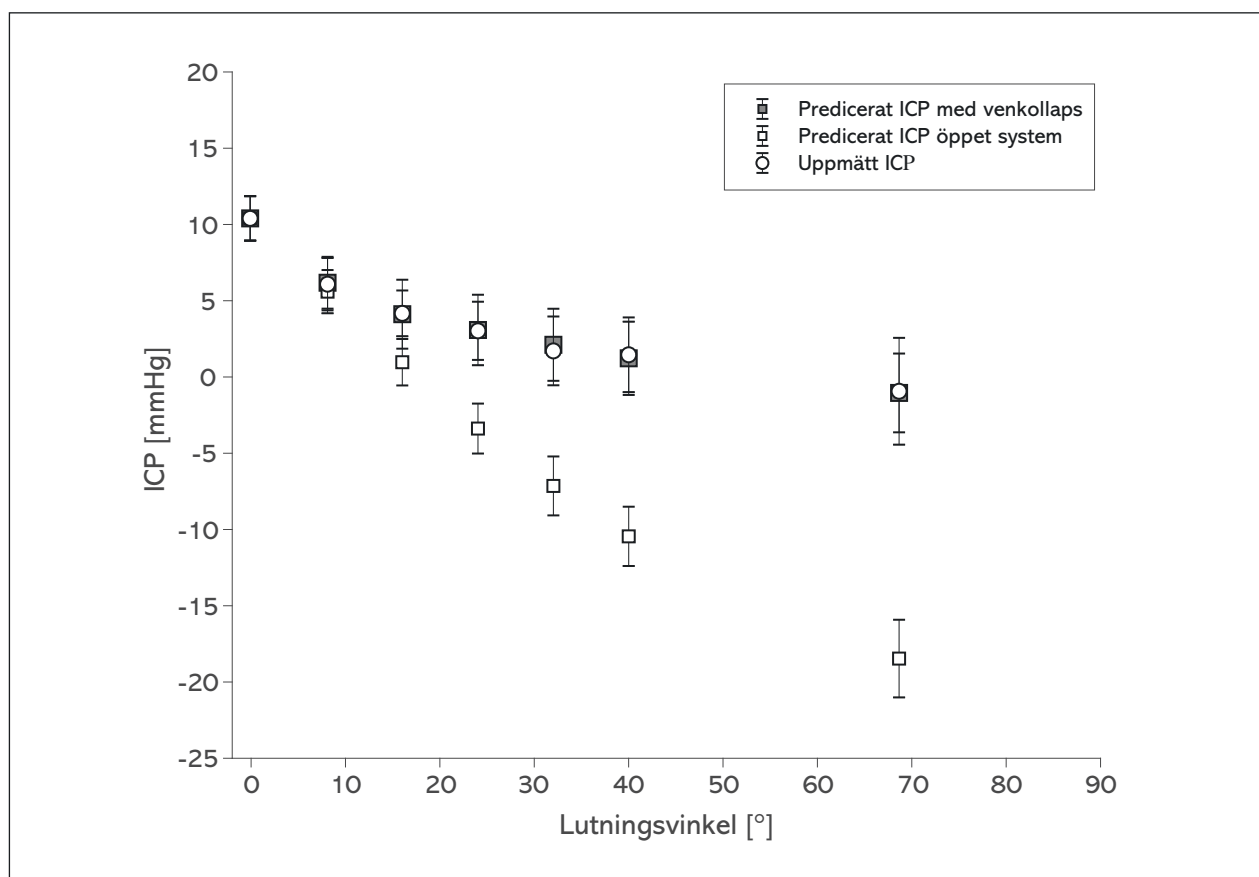
Det intrakraniella trycket är trycket i hjärnan och den omgivande cerebrospinalvätskan. Det intrakraniella trycket är en viktig komponent för hjärnans arbetsmiljö och spelar en central roll med avseende på hjärnans blodförsörjning. Störningar i det intrakraniella trycket associeras både med kritiska neurologiska tillstånd som traumatisk hjärnskada (traumatic brain injury) men även kroniska tillstånd som hydrocefalus (där de cerebrala ventriklarna förstöras) och idiopatisk intrakraniell hypertension. Men trots betydelsen av det intrakraniella trycket saknas fortfarande grundläggande förståelse för flera av de reglermekanismer som kontrollerar detta tryck. Ett viktigt exempel är regleringen av det intrakraniella trycket i upprätta kroppspositioner (stående/sittande). Vi vet att det intrakraniella trycket minskar när vi ställer oss upp,<sup>4,5</sup> men kontrollmekanismerna som reglerar vad trycket faktiskt blir saknar fortfarande kartläggning. Studier av denna reglering är starkt motiverade då de flesta människor, inklusive patienter, spenderar största delen av sin vakna tid i en upprätt kroppsposition, medan kliniska undersökningar av det intrakraniella trycket allt som oftast utförs i en liggande position. Denna reglering kan potentiellt vara av betydelse både för diagnostik och behandling av diverse neurologiska sjukdomar där en störning i hjärntrycket föreligger.

*”Men trots betydelsen av det intrakraniella trycket saknas fortfarande grundläggande förståelse för flera av de reglermekanismer som kontrollerar detta tryck.”*

## HYPOTES OCH BESKRIVNING AV STUDIEN

Hypotesen som vi ville testa var att det intrakraniella trycket regleras av tryckeffekter på vensidan. Mer specifikt av hydrostatiska effekter i vensystemet som i sin tur påverkas av venernas kollaps i upprätta kroppspositioner. För att testa hypotesen utförde vi simultana mätningar av det intrakraniella trycket (via lumbal-punktion), centralt ventryck (kateter) och jugular-kollaps i halsnivå (ultraljud) i en grupp friska försökspersoner i 7 olika vinklar från supint till sittande (maxlutning på ryggstödet var 71 grader).<sup>6</sup> Det intrakraniella trycket justerades hydrostatiskt och refererades till yttre hörselkanalen för att approximera mitten av hjärnan.

Resultaten bekräftade att venernas kollaps noggrant kunde beskriva de generella tryckförändringarna för alla undersökta



Figur 2. Jämförelse mellan uppmätt och predicerat intrakraniellt tryck mot lutningsvinkel från en liggande (supint) till en sittande kroppsposition (medel±SD) (P-värden 0.65-0.94). Huvudsakliga prediktionen baserades på jugularkollaps, och hydrostatik i vensystemet. Resultaten för predicerat intrakraniellt tryck utan venkollaps presenteras för jämförelse.



*"Resultaten kan även vara av relevans inom vård av traumatisk hjärnskada, där patientens huvud ibland höjs måttligt för att minska det intrakraniella trycket, men där optimala valet av lutningsvinkel är omdebatterad."*

kroppspositioner [Figur 2] vilket starkt stödjer hypotesen att venkollaps i halsen är en avgörande komponent i regleringen av det intrakraniella trycket i upprätta kroppspositioner.

För jämförelse inkluderades även en analys där jugular-kollaps inte inkluderats [vita kvadratiske markörer, Figur 2] vilket leder till en grov underskattning av det intrakraniella trycket i mer upprätta positioner. Figur 2 visar även på att det

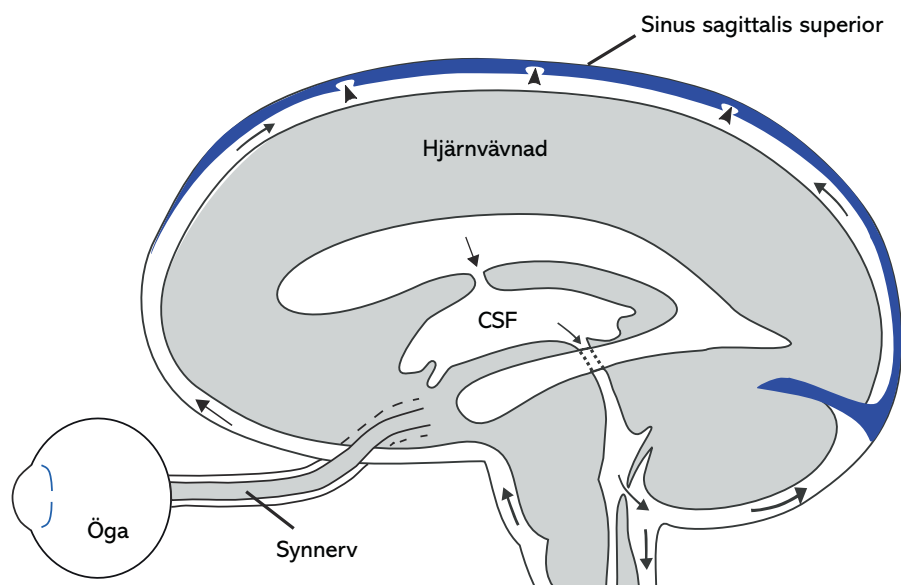
intrakraniella trycket först sjunker snabbare vid låga lutningsvinklar (innan kollaps) och sedan långsammare vid högre vinklar (efter kollaps).

Beskrivningen av det intrakraniella trycket överensstämde mycket väl även på individnivå, men individuella avvikelser förekom för några subjekt vid högre lutningsvinklar. Dessa resultat antydde bland annat att kollapsen inte nödvändigtvis är begränsad till halsen (alltså extra-kraniellt) utan kan i vissa fall även förekomma intrakraniellt. Detta motiverar vidare studier på större material för att utröna om det finns grupper av människor som avviker på liknande sätt och vad detta kan bero på.

Resultaten visade också att det uppmätta intrakraniella trycket hade större spridning i upprätt än i liggande position, i linje med tidigare forskningsresultat.<sup>4</sup> Detta kan delvis bero på variationer i venkollapsen och stödjer fortsatt det faktum att mätningar av intrakraniellt tryck i upprätta kroppspositioner kan bidra med ytterligare information som en mätning i horisontella positioner inte kan.

#### **BETYDELSE NEUROLOGISKA SJUKDOMAR**

Venkollapsens roll i kroppslägesregleringen av det intrakra-



Figur 3. Visualisering av CSF-cirkulationen och CSF-utrymmet runt synnerven.

niella trycket kan möjliggöra för nya hypoteser kring sjukdomar med misstänkta störningar i det intrakraniella trycket, och där avvikelser i detta regelsystem kan vara en del av eller ett uttryck för sjukdomsutvecklingen. I fallet idiopatisk intrakraniell hypertension har tidigare forskning visat stöd för att förträngningar i kraniella<sup>7</sup> och extra-kraniella<sup>8</sup> vener kan vara möjliga bakomliggande orsaker (eller åtminstone bidra) till det förhöjda trycket i dessa patienter. Vidare kan resultaten ha betydelse för behandlingen av både idiopatisk intrakraniell hypertension och hydrocephalus, som ofta sker genom en CSF-shunt där cerebrospinalvätska dräneras direkt från de cerebrala ventriklarna till andra områden i kroppen (såsom buken) och där överdränage är vanligt förekommande komplikationer i stående/sittande positioner.

Resultaten kan även vara av relevans inom vård av traumatisk hjärnskada, där patientens huvud ibland höjs måttligt för att minska det intrakraniella trycket, men där optimala valet av lutningsvinkel är omdebatterad. En ökad förståelse för relationen mellan det intrakraniella trycket och venkollaps skulle kunna bidra med kunskap som underlättar valet av lutningsvinkel. Då kollaps sker redan runt 20 graders kroppslutning [synligt i Figur 2], antyder resultaten i vår studie att en stor del av sänkningen av det intrakraniella trycket kan uppnås genom en kroppslutning lite över denna vinkel, och att trycket blir mindre känsligt för ytterligare lutning efter detta.

## INTRAKRANIELLT TRYCK OCH ASTRONAUTER

Intresset för länken mellan det intrakraniella trycket och kroppsposition/gravitation har även ökat i takt med det ökande antalet rapporteringar om synrubbningar som drabbar astronauter ombord på den internationella rymdstationen

ISS.<sup>9</sup> Det som händer är att astronauterna förlorar synskärpan efter en längre tid i tyngdlöshet, och upp till 60 procent av långtidsresenärerna verkar vara drabbade.<sup>10</sup> NASA har tidigare beskrivit dessa synrubbningar som ett av de större medicinska hoten mot längre resor i rymden, såsom till Mars. Vid återkomst till jorden har magnetkameraundersökningar visat på fynd som vanligen förekommer i patienter som utvecklat idiopatisk intrakraniell hypertension här på jorden, såsom hoptryckning av ögongloberna och i vissa fall papillödem,<sup>9</sup> vilket har lett till hypotesen att synrubbningarna uppstår på grund av ett ökat intrakraniellt tryck. Det intrakraniella trycket kan fortplanta sig fram till ögat genom att cerebrospinalvätska omger synnerven ända fram till ögat [Figur 3] och ett ökat intrakraniellt tryck ger då en obalans mellan trycket i ögat och det intrakraniella trycket som skulle kunna förklara de kliniska fynden. I en kompletterande studie i avhandlingen mätte vi både ögontryck och intrakraniellt tryck samtidigt i liggande, sittande och nedåtlutande kroppspositioner och lyckades påvisa att tryckskillnaden mellan öga och hjärna är beroende av vår kroppsposition,<sup>11</sup> något som inte tidigare visats. Detta ger en potentiell förklaring till hur ett tyngdlöst tillstånd kan resultera i en störd tryckbalans mellan öga och hjärna, då detta beroende försvinner tillsammans med gravitationen på rymdstationen. Detta resultat uppstod till stor del för att de perioder av lägre intrakraniellt tryck som uppstår när vi står upp på jorden helt försvinner ombord på ISS, där det intrakraniella trycket teoretiskt sett bör bete sig som om vi hela tiden låg ned utan hydrostatiska gradienter. Resultaten motiverar mätningar av intrakraniellt tryck på ISS för jämförelse med det jordbundna tillståndet.



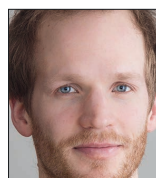


*"NASA har tidigare beskrivit dessa synrubbningar som ett av de större medicinska hoten mot längre resor i rymden, såsom till Mars."*

Astronauten Christina Koch, som återvände till jorden den 6 februari efter 328 dagars arbete på den internationella rymdstationen ISS; hon är därmed den kvinna som vistats längst tid i rymden. Foto: NASA.

#### REFERENSER

1. Valdueza JM, von Munster T, Hoffman O, Schreiber S, Einhaupl KM. Postural dependency of the cerebral venous outflow. *Lancet* 2000; 355(9199):200-201.
2. Stoquart-Elsankari S, Lehmann P, Villette A, Czosnyka M, Meyer M-E, Deramond H, et al. A phase-contrast MRI study of physiologic cerebral venous flow. *J Cereb Blood Flow Metab* 2009; 29:1208-1215.
3. Avasthey P. Venous pressure changes during orthostasis. *Cardiovasc Res* 1972; 6:657-663.
4. Qvarlander S, Sundström N, Malm J, Eklund A. Postural effects on intracranial pressure: modeling and clinical evaluation. *J Appl Physiol* 2013; 115:1474-1480.
5. Petersen LG, Petersen JCG, Andresen M, Secher NH, Juhler M. Postural influence on intracranial and cerebral perfusion pressure in ambulatory neurosurgical patients. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2016; 310:R100-104.
6. Holmlund P, Eklund A, Koskinen L-OD, Johansson E, Sundström N, Malm J, Qvarlander S. Venous collapse regulates intracranial pressure in upright body positions. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2018; 314:R377-385.
7. Pickard JD, Czosnyka Z, Czosnyka M,owler B, Higgins JN. Coupling of sagittal sinus pressure and cerebrospinal fluid pressure in idiopathic intracranial hypertension--a preliminary report. *Acta Neurochir Suppl* 2008; 102:283-285.
8. Zhou D, Meng R, Zhang X, Guo L, Li S, Wu W, et al. Intracranial hypertension induced by internal jugular vein stenosis can be resolved by stenting. *Eur J Neurol* 2018; 25:365-e13.
9. Mader TH, Gibson CR, Pass AF, Kramer LA, Lee AG, Fogarty J, et al. Optic disc edema, globe flattening, choroidal folds, and hyperopic shifts observed in astronauts after long-duration space flight. *Ophthalmology* 2011; 118:2058-2069.
10. Lee AG, Tarver WJ, Mader TH, Gibson CR, Hart SF, Otto CA. Neuro-Ophthalmology of Space Flight. *J Neuroophthalmol* 2016; 36:85-91.
11. Eklund A, Johannesson G, Johansson E, Holmlund P, Qvarlander S, Ambarki K, et al. The pressure difference between eye and brain changes with posture. *Ann Neurol* 2016; 80:269-276.



**PETTER HOLMLUND**  
Doktor i Medicinsk vetenskap – Medicinsk Teknik,  
Umeå universitet  
petter.holmlund@umu.se