اندازه‌گیری فشار داخل جمجمه از طریق کانال گوش

□ فرزاد موبدشاهی
کارشناس شنوائی شناسی

همانگونه که می دانیم مغز و نخاع توسط پوشش غشایی احاطه شده و لایهٔ استخوانی ضخیمی نیز آنها را در برگرفته است.این موضوع به جداسازی کامل سیستم اعصاب مرکزی کمک نموده وآن راازضربات وجراحات احتمالی محافظت می نماید.

مایع مغزی - نخاعی (C.S.F) این سیستم رادربرگرفته وبه سهولت در آن جریان می‌یابد. فشار این‌مایع بیش از فشار اتمسفری بوده و در تمام جهات به میزان مساوی انتقال می‌یابد.

فشار داخل جمجمه (I.C.P)[1]

همان فشارCSF درنظرگرفته شده و دانسته های ما دربارهٔI.C.P بستگی تام به دانش ومعلومات ما دربارهٔسیستم CSF، مکانیسم تشکیل این مایع، ذخیره و جذب آن و بالاخره تاثیر متقابل هیدرولیک بین این مایع و دیگراجزاء نسوج دارد. سیستم اعصاب مرکزی شامل مغز ونخاع بوده که به صورت اندامهایی نیمه ژلاتینی ونرم درداخل جمجمه و ستون مهره‌ها قرارگرفته‌اند. این سیستم توسط ۳ لایهٔغشایی یا مننژها محافظت می گردد.این ۳ لایه عبارتند از سخت شامه (Duramatter) عنکبوتیه (Archnoid) ونرم شامه (Piamatter). شکل ۱ و ۲.

Dura : سختترین و خارجیترین لایه که ازجنس فیبروزبوده و به دیوارهٔجمجمه می چسبد. Dura درستون مهره‌ها، ازستون فقرات توسط لایهٔچربی جدا شده‌است. عنکبوتیه یک لایهٔپوششی ظریف ازنسج همبندی بوده که به چینهای داخلی (Sulci)مغز متصل شده و سبب تشکیل سیسترنها (cisterns) یاتشکیلات مایعی می‌گردد.

Pia، با دقت از شکل و وضعیت مغز ونخاع تبعیت نموده و لایه‌ای نازک از نسج می‌باشد. فضای بین آرکنویید و نرم‌شامه. فضای ساب آرکنوئید (تحت عنکبوتیه) نامیده شده و شامل سیسترنهای اصلی می‌باشند. بین دوراوآرکنویید فضای ساب دورال (تحت سخت شامه) نامیده شده و توسط مایع مرطوب میگردد. اما ارتباط مستقیمی بافضای ساب آرکنویید ندارد. دربالغین حجم داخل جمجمه تقریباً ۱۹۰۰ میلی لیتراست که به ۳

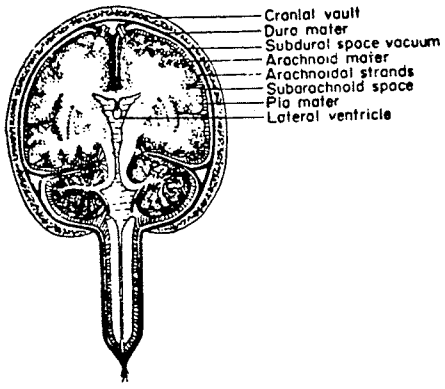


Figure 1
Anterior-posterior projection of the brain, showing the meninges

شکل ۱

بخش اصلی تقسیم میگردد. این ۳ بخش عبارتند از مغز،خون و مایع C.S.F .

مغز، هشتاد درصد (۸۰٪) این حجم را اشغال می‌نماید در حالی که خون وC.S.F هرکدام فقط ۱۰٪ این حجم را شامل می‌گردند. تحت شرایط کلی این نسوج در وضعیت فشاری ثابت قرارگرفته و تعادل حجم به شکلی است که افزایش حجم یک بخش به کاهش حجم بخش یابخشهای دیگر می‌انجامد.

مایع مغزی ـ نخاعی: مایعی شفاف وبی‌رنگ باوزن مخصوص نزدیک به آب بوده ودوبخش اصلی CNSیعنی بطنها و مغز را اشغال می‌نماید.

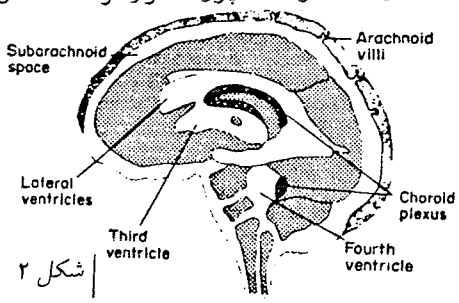
بطنها: ۴ کاویتهٔمتصل به هم هستند که هرکدام ازطریق ۳ دریچه خروجی با فضای ساب‌آرکنویید در ارتباطند. در آدمی حجم کلی C.S.F تقریباً ۱۴۰ میلی لیتراست که فضای ساب‌آرکنویید ۱۲۰ میلی لیتر و سیستم بطنی فقط ۲۰ میلی لیتراز این حجم را اشغال می‌نمایند (شکل ۲)

C.S.F : توسط شبکهٔکرویید (Chroid Plexus) تولید شده که این شبکه‌ها خود در هریک از ۴ بطن مغز واقع شده‌اند. C.S.F تنها مایعی فیلتره شده از پلاسمانیست بلکه دارای مقادیر متنابهی ازیونهای سدیم ـ کلرین ـ منیزیم و مقادیرکمی پتاسیم ـ کلسیم ـ اوره و گلوکز می‌باشد. بنابراین غیر از آن چیزی است که از فیلتراسیون سادهٔپلاسما میتوان انتظارداشت و در حقیقت تولید C.S.F یک عمل مافوق فیلتراسیون اصلاح شده (modified ultra Filtrate) است که درآن هم پروسهٔترشح و هم عمل انتشار نقش دارند.

جای هیچ شکی نیست که گوش داخلی درارتباط مستقیم با مایع مغزی ـ نخاعی بوده و بالقوه ممکن است استعداد ابتلاء به کلیهٔاختلالات ایجادشده در فشار داخل جمجمه را داشته باشد. شرایط متعددی وجوددارند که سبب افزایش فشار داخل جمجمه شده و در بعضی موارد ممکن است نمودهای ادیولوژیک خاصی به همراه داشته‌باشند. مواردی همچون‌افت شنوایی مواج،وزوز و سرگیجه رامی‌توان در اختلالاتی همچون افزایش فشارداخل جمجمه‌ای با علل ناشناخته[2] و یاهیدروسفالی مشاهده نمود. برای فهم بهترمطلب، گوش داخلی را همچون مردابی در انتهای یک دریای بزرگ درنظربگیرید که این دریا همان C.S.F می‌باشد. شکل ۳

سیستم مایع لابیرنت
The labyrinthine fluid system

این سیستم ارگان تعادل و شنوایی لابیرنت را می‌سازد که شامل حلزون ـ اتریکول ـ ساکول و مجاری نیمدایره می‌باشند. همگی این اعضاء در عمق استخوان تمپورال قرارگرفته‌اند. دو



شکل ۲

Figure 2
Longitudinal section of the brain, showing the major fluid-containing compartments

سیستم مایعی لابیرنت، پری‌لنف و آندولنف می‌باشد. هردوی این مایعها از نظر ترکیبی تقریباً شبیه می‌باشند. اما از نظر غلظت یونهای سدیم و پتاسیم متفاوت می‌باشند. این مایعات دریک محفظه بسته قرارنمی‌گیرند، چراکه معابر بسیاری در استخوان تمپورال وجوددارد. یکی ازاین مجاری وسیع، مجرای شنوایی داخلی است که از قاعدهٔمدیولوس تا مجرایی درفضای ساب آرکنویید امتداد می‌یابد. همچنین تعداد کانالهای پری‌نورال و پری‌واسکولار نیز در

1-Intra Cranial Pressure

2-Idiophatic intra cranial hypertension

استخوان وجوددارند که راههایی ارتباطی محسوب می گردد.

ازاین میان دو مجرا مهمتر از بقیه می‌باشند که یکی مربوط به پری‌لنف و دیگری مربوط به آندولنف است. اولین آنها در دیوارهٔحلزون قرارگرفته واکوداکت حلزونی (قنات حلزونی) نامیده می شود و از پیچ قاعدهٔ اسکالاتمپانی نزدیک دریچهٔگرد شروع شده و تا فضای ساب آرکنوییدنزدیک گانگلیون عصب گلوسوفانژیال (زوج ۹ مغزی) درون حفرهٔخلفی جمجمه (posterior fosa) امتداد می‌یابد.

مجرای دوم یک کانال باریک طولانی بنام اکوداکت وستیبولر می‌باشد. این مجرا دراستخوان تمپورال از ساکول تا فضای ساب‌آرکنوییدامتداد می‌یابد. مجرای آندولنفاتیک درون نسج همبندی اکوداکت وستیبولر (قنات دهلیزی) قرارگرفته وbulk آندولنف را به ساک آندولنفاتیک متصل می‌نماید اگرچه آندولنفاتیک ساک درون فضای ساب آرکنوییدقرار گرفته اما هیچ ارتباط مستقیمی بین مایعهای این دوسیستم نمی‌باشد.

بازبودن قنات حلزونی یک فاکتورکلیدی دراصول هیدرومکانیکی حلزون می‌باشد. اگر این مجرا بازباشد ، مایع مغزی نخاعی فشارمرجع پری‌لنف شده و حتی در بسیاری از موارد مرجع آندولنف نیز می‌گردد. این مسئله به واسطه این مطلب است که مامبران ریسنر فقط می‌تواند در مقابل اختلاف فشارهای نسبتاً جزئی مقاومت نماید. این قنات اغلب در طی مرحله طبیعی سن (process of aging) بسته میگردد. در این موارد فشار مرجع از یک منبع ناشناخته درون خود حلزون تأمین می‌گیرد. (Boundaries of cochlea) (شکل ۴) تغییرات نسبتاً بالای فشار مایع مغزی ـ نخاعی در طی شرایط روزمره و مواردی همچون سرفه و عطسه روی‌می‌دهد. (شکل۵) (درمورد عطسه ۲۵۰ میلی مترسالین و در مورد سرفه ۱۷۵ میلی مترسالین) ماهیت مقاومتی قنات حلزونی و پذیرش مکانیکی پنجره‌های حلزونی (mechanical compliance) محتملاً در محدودکردن میزان این تغییرات اهمیت داشته و بدین ترتیب احتمال آسیب به حلزون و پنجره‌ها در اثر تغییرات فشار سیستم C.S.F کاهش می‌یابد. یک آکوداکت باریک و پنجره‌های حلزون مرتجع (compliant) احتمال خطر و آسیب راکاهش می‌دهد. در عمل این بدین معنی است که با هر پروسه‌ای که باعث کاهش کامپلیانس یک یا هر دو پنجرهٔحلزونی گردد خطر آسیب ساختمانی افزایش می‌یابد. برای مثال فشار شدید گوش میانی که مثلاً بعنوان اختلال شیپوراستاش ایجاد شده است یا تغییرات بارومتر یک فشار میتواند سبب این مسئله گردد. هم اکنون روشهایی در دسترس می‌باشد که اندازه‌گیری مستقیم و غیرتهاجمی فشارپری لنفاتیک وانتقال فشارپری لنفاتیک CSF را بدست میدهد.

فشارمایعات لابیرنتی
Labyrinthine Fluid Pressure

یکی از اولین اندازه‌گیریهای فشار طبیعی مایع پری لنفاتیک و آندولنفاتیک توسط Weille و همکاران (۱۹۶۱) انجام گرفته است (برروی خوکچه هندی). آنها متوجه شدند که فشار متوسط پری‌لنف بطور میانگین بالاتر از فشارآندولنف است، اگرچه آنها این مقادیر فشار را بطور همزمان اندازه‌گیری نکرده‌بودند. مارتینز (Martinez:1968) نیز بطور مشابه متوجه شد که مقادیر فشار پری لنفاتیک و وریدی (venous) که با یکدیگر مشابه می‌باشند بیشتراز فشار آندولنفاتیک میباشد که این مقدار ۱۴میلی‌متر سالین اندازه‌گیری شد.

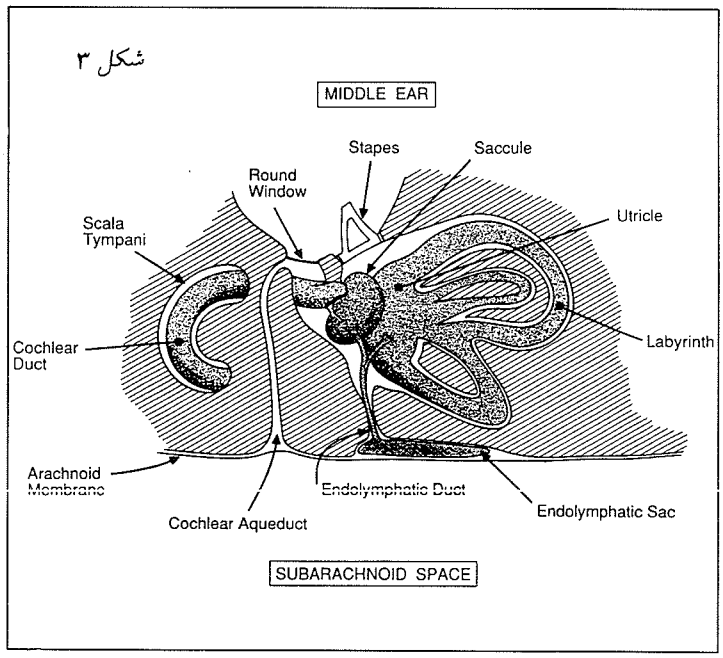
بعلت اندازهٔفیزیکی حلزون و تشکیلات (complexities) که مقادیر فشار مایع داخل لابیرنت را تعیین می‌کنند. دشواریهای قابل ملاحظه‌ای در سر راه اندازه‌گیری دقیق فشار وجوددارد. Beentjes (۱۹۷۲) مدعی شد که روشهای قبل را اصلاح نموده وانواع فشارهای مایع آندولنف و پری‌لنف گربه ، مبتنی بر تفاوتهای قلبی و تنفسی را بدست‌آورده‌است. (cardiac & respiratory) نتیجه بدست آمده حاکی از برابری فشار پری‌لنف و آندولنف بود.

فشارمغزی - نخاعی

CSF دوبخش اصلی سیستم اعصاب مرکزی را اشغال می‌نماید. بطنهای مغزی و فضای ساب آرکنوییداین دو بخش هستند. فشارطبیعی CSF در بالغین بین ۴۰ میلی‌متر و ۱۹۰ میلی‌متر سالین می‌باشد (Davison و همکاران 1987). فاکتورهای موثر بر اثر فشار زیاد بوده و برای یک قرن مورد بررسی قرارگرفته و بنابراین نسبتاً بطورکامل شناخته شده‌اند.

این فاکتورها اساس تأثیرات فشارعروقی و تنفسی، فشار اسموتیک خون و تغییرات شکل‌گیری و درنازCSF نظیرآنچیزی که درانواعی از هیدروسفالی دیده می‌شده

شکل ۳



تقسیم‌بندی میشوند.

ابتدا تأثیرات تغییر در فشار واسکولار را درنظربگیرید، یک پالس قلبی فشاری معادل ۲۰۰mm سالین ایجادمی‌کند (اندازه‌گیری شده‌توسط گلدشتاین و همکاران :۱۹۵۱) برینگ (Bering) پالس قلبی را ۵۰mm محاسبه‌نمود (۱۹۵۵). با افزایش فشار CSF دامنه فعالیت قلبی و عروقی افزایش میابد. Riser(۱۹۲۹) تغییر فشار بالایی را در فشار CSF حین سرفه (۱۷۵mm) و عطسه (۲۵۰mm) گزارش نمود. وضعیتهای هیجانی و

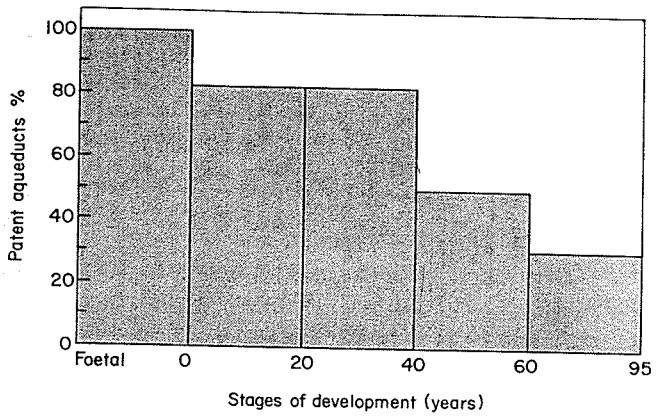
سایکولوژیک شدیداً فشار CSF را متأثرمی‌سازند. میزان تشکیل و درناژCSF در تعیین فشار متوسط CSF بسیارمهم می‌باشند.

انسداد مجاری CSF باعث افزایش زیادی درفشارCSF میگردد. بنابراین جهت اندازه‌گیری این گوناگونی وسیع تغییرات ، استفاده از روشهای مرسوم که عمداً تهاجمی می‌باشند، بسیار مشکل می‌باشد و اندازه‌گیری این تغییرات از طریق سیستم موردبحث به سهولت و به کرّات ممکن می‌گردد.

حالت ووضعیت فرد و تغییرات فشار
Posture &CSF Pressure

بطورمرسوم فشار CSF به مثابه ستون معادلی از محلول سالین توصیف میگردد. در وضعیت نشسته، فشارCSF در قاعدهٔستون مهره‌ها (Base of spine) بیشتراز فشارداخل جمجمه است. این مقدار برابر فشار هیدروستاتیک یک ستون ازمحلول سالین در ارتفاع برابر و در فاصلهٔعمودی بین قاعدهٔستون مهره‌ها و جمجمه است. پس میتوان انتظارداشت که فشار در جمجمه با حرکت فرد از حالت نشستهٔمستقیم به وضعیت مایل افزایش یابد. Masserman (۱۹۳۵) فشار CSF نخاعی کمر را در وضعیتهای مختلف مورد بررسی قرارداد. او متوجه شد که در مقایسه میزان فشار در وضعیت ۳۰ درجه متمایل به‌پائین (down ward) و نشسته ، میزان نقصان فشار فقط ۳۰تا۴۰٪ مقدارپیش بینی شده‌بود. Weed و Flexner پیشنهاد نمودند که این اختلاف میتواند ناشی از مستقیم بودن دیوارهٔسیستم CSF باشد که بطورکامل بسته نیست . آنها بدینگونه مسئله را مطرح ساختند که باید یک بخش الاستیک وجود داشته‌باشد که امکان انتقال فشار اتمسفریک به CSF رابدهد. این بخش الاستیک می تواند هم مربوط به الاستیسیته دورای گردنی باشد (cervical dura meninges) و هم مربوط به تغییرات فشاروریدی که از تغییرات وضعیتی تبعیت می‌کند.

اطلاعات دقیق (Data) در مورد ارتباط بین فشارCSF و وضعیت در یک فرد طبیعی بسیار نادر می‌باشد. زیرا بواسطه ماهیت تهاجمی اینگونه اندازه‌گیریها و روشهای نه چندان دقیق مانومتریک جمع‌آوری این اطلاعات تحت سئوال قرار می‌گیرد. نتایج حاصله جدید



شکل ۴

پیشنهاد می‌کند تغییر فشار از وضعیت نشسته به مایل فقط حدود ۴۰٪ موارد مورد قبول قبلی است و با توجه به نتایج حاصله از مدل هیدروستاتیک مقدار ظاهری ۷۰ میلی‌متری سالین بوده‌است نه ۱۷۰ میلی‌متر (۱۹۸۶: Chapman و همکاران)در این روش جدید آنها از یک وسیلهٔ کنترل تله متریک (Telemetric csf (Monitoring device) متصل به شانتهای بیمارانی که طبیعی بنظر میرسیدند، استفاده نمودند. آنها دریافتند که گرچه فشارC.S.F در بیماران بطور خطی با سینوس زاویهٔوضعیت بیمار تغییر می‌کند این موارد را نمی‌توان طبیعی قلمدادکرد. (sine of angle of posture)

انتقال فشار *CSF* به لابیرنت

درجانداران کوچکی همچون خوکچه و گربهٔ lumen قنات حلزونی نسبتاً گشاد می‌باشد. درآدمی قنات حلزونی و وستیبولر باریکتر بوده و توسط نسج همبندی احاطه شده‌اند.

Asnon و همکاران (1965) قطر قنات حلزونی در آدمی را $90\times10^{-6}m$ اندازه‌گرفتند. Schuknecht و Seifi نشان دادند که قطرقنات درافراد مختلف متفاوت‌است. Kerth,Allen فشار پری‌لنف و CSF را در گربه به میزان برابر محاسبه نمودند Beentjes (1972)اظهارداشت که بااصلاح روشهای قبلی متوجه شده‌است که فشار CSF در گربه ۱۰میلی‌متر سالین بالاتراز فشار پری‌لنف می‌باشد، اما خود او خاطرنشان ساخت که این اختلاف می‌تواند ناشی از موارد کاذب (artefact) مربوط به سیستمهای اندازه‌گیری باشد. تحقیقات اخیرCarlborg و همکاران 1981-1980 مؤید این مطلب است که تفاوتی بین فشارCSF و پری‌لنف گربه وجودندارد. درنهایت نتیجه‌گیری می‌شود که فشار پری‌لنفاتیک منعکس کننده فشار CSF در تمام موارد می‌باشد. دشواریهای قابل ملاحظه‌ای در مقایسهٔدقیق اندازه‌گیریهای فشار وجوددارد که این موارد بعلت اندازهٔفیزیکی حلزون، دشواری ساخت Taps فشار در داخل مایع لابیرنت می‌باشد. ضمناًاین حقیقت که فشار CSF همیشه تحت تأثیر عواملی همچون فعالیت تنفسی و قلبی عروقی است برنتایج تأثیر می‌گذارد.

درسالیان اخیر روشهای اندازه‌گیری فشار داخل جمجمه بطور غیرتهاجمی و غیرمستقیم از طریق تکنیک اندازه‌گیری جابجایی پردهٔتمپان میسر گشته است. (۱۹۸۴-۱۹۸۰Marchbanks و ۱۹۷۷ Densert) این روش جهت تأیید وجودC.S.F درانتقال فشار پری‌لنف درآدمی بکار رفته است. Tweed و همکاران (۱۹۸۶) و Marchbanks و همکاران (۱۹۸۶) و Phillips & Marchbanks (۱۹۸۴) با استفاده ازتغییرات وضعیتی، تغییرات فشارCSF را کنترل نمودند. این تحقیقات یافته‌های اولیه مبنی براینکه فشار پری‌لنفاتیک با فشار CSF تغییر می‌نماید را تأیید می‌کند.

محاسبه جابجایی پردهٔ تمپان، بین فشارCSF طبیعی و غیرطبیعی کاملاً علائم افتراقی نشان داده و در بیماران مبتلا به افزایش فشار بالا پس از اعمال جراحی، برگشت به وضعیت عادی قابل ردیابی و کنترل می‌باشد. این تحقیقات همچنین مؤید انتقال CSF به فشار پری‌لنفاتیک درآدمی است.

انسدادقنات حلزونی

Wlodyka(۱۹۷۸) بازبودن قنات حلزونی را در ۲۵۰ استخوان تمپورال جداشده از اجساد انسانی را مورد مطالعه قرارداد. او متوجه شدکه گرچه درمراحل رویانی قنات باز می‌باشند و ۸۲٪ گوشها در سنین، ۳۹-۰ سالگی دارای قنات

حلزونی باز می‌باشد، فقط ۲۰ تا ۳۰٪ از قنات‌ها هنوز تا سن ۶۰ سالگی باز می‌ماند (شکل ۴). او چنین نتیجه گرفت که‌بسته شدن قنات یک پدیدهٔ‌پیشرونده می‌باشد که منعکس کنندهٔ‌روند بیولوژیک پیری می‌باشد. اخیراً تحقیقات Wlodyka با استفاده از روش انداه‌گیری فشار از طریق جابجایی پردهٔ‌تمپان تأیید شده است. با استفاده از ایجاد تغییرات وضعیتی که تغییرات کنترل شدهٔ فشارCSF راسبب می گردد، مشخص شده‌است که درسنین بالا این تغییرات جزئی بوده و یا مطلقاً حادث نمی گردد& Phillips Marchbanks.

Marchbanks(۱۹۸۹) و همکاران (۱۹۸۶) فشار پری‌لنفاتیک ۳ بیمارکه دارای فشارC.S.F بالابودند و تحت جراحی شانت‌گذاری قرارگرفته بودند را ازطریق روش غیرمستقیم، اندازه‌گرفتند (ventriculo/lumbar- peritoneal) تمامی‌این بیماران تغییرات وسیعی ازفشار پری‌لنفاتیک وابسته به فشارC.S.F رانشان دادند (بجزیک موردکه فشاردراوثابت بود). این پدیده دربیماردوم که مبتلابه هیدروسفالی انسدادی (obstructive)بودنیز تأییدشد. تجربیات همچنین نشانداده‌است که انسداداکوداکت وستیبولر بطورطبیعی درهیدروپس آندولنفاتیک نیزپدیدارشده وباعث تخریب پیشروندهٔشنوایی می گردد. درمقایسه انسداد اکوداکت حلزونی سبب هیدروپس نمی گردد(لااقل درطی ۸ ماه پس ازآزمایش)

روشهای اندازه‌گیری *I.C.P*

تکنیکهای اندازه‌گیری فشار I.C.P بدودسته کلی تقسیم می گردد.

۱- روشهای مستقیم

۲- روشهای غیرمستقیم

درروش مستقیم یک pressure gauge بطورمستقیم درداخل C.S.F قرارگرفته ودراین روش ازیک لولهٔ‌پلاستیکی پرشده از محلول سالین استریل یاC.S.Fمصنوعی استفاده میگردد. ثبت داخل بطنی یالومبارI.C.P جزء روشهای مستقیم به حساب می‌آید. درروشهای غیرمستقیم معمول وسنتی یک‌ترانسدیوسر مکانیکی طوری قرارمی‌گیرد که فشارمنتقل‌شده توسط یک دیافراگم متصل‌به سخت‌شامه یا آرکنوئید ازطریق آن منتقل میگردد.

روشهای غیرمستقیم مرسوم شامل روش اندازه‌گیری اپی دورال (epidural) وساب دورال می‌باشد (subdural).

درروش مستقیم پزشکان با استفاده ازسوزنهای پونکسیون بطورمستقیم واردC.S.F شده که این دخول یابه فضای ساب آرکنوئید نخاع است یاکانولاسیون بداخل بطنهای چپ وراست. این روش ازاولین سالهای ۱۹۰۰ میلادی موردبررسی و مکاشفه قرار گرفت. استفاده از این روش که یک ابزارتشخیصی مفیدمی باشد، درموارد پاتولوژیک همچون افزایش فشارC.S.F امکان درناژوکاهش فشار آنرا در اختیار می گذارد.

البته محققین همچنین متوجه شده‌اندکه چنانچه یک نقطه مسدودبین تشکیلات مغزونخاع وجودداشته باشدوفشاردربالای نقطه انسدادافزایش یافته باشد، لومبارپانکچرمی‌تواند خطرناک باشد. مهمترین مزیت روش مستقیم سهولت وسادگی کالیبراسیون مطلق (obsolute calibration) ودرناژC.S.F دربیماران مبتلابه افزایش I.C.P است.

ازمعایب این روش دشواری کاتترازیسیون بطنی دربعضی ازآسیبهای مغزی است که ممکن است درآنهابطنهای مغزی کلاپس یاجابجایی داشته باشند. ازمعایب دیگر،دشواری قراردادن کاتترنیاز به سوراخ نمودن مننژهاونفوذبه نسج مغزوافزایش خطرعفونت می‌باشد.

ازمزیتهای روش غیرمستقیم خطرپائین عفونت وکم شدن احتمال خطرضربه (Trauma) می‌باشد. ضمناًحجم کم وعدم نشت (leakage) مایع، جریان الکتریکی پائین وامکان کالیبراسیون بصورت خارجی، از مزایای دیگراین روشهامی‌باشند. مطالعات مقایسه‌ای بین اندازه‌گیری فشارداخل بطنی وخارج سخت‌شامه‌ای (اکسترادورال) ارتباط بالائی رابین فشارونتیکولارواپی دورال درمحدودهٔ۲۰ـ۰میلی متر جیوه نشان می دهد.درفشارهای بالاتراز ۲۰ mmHg گرادیانت ظاهرشده و فشار اپی‌دورال تمایل به افزایش نشان می دهد. اشکال اساسی این روش عدم کالیبراسیون مطلق است.

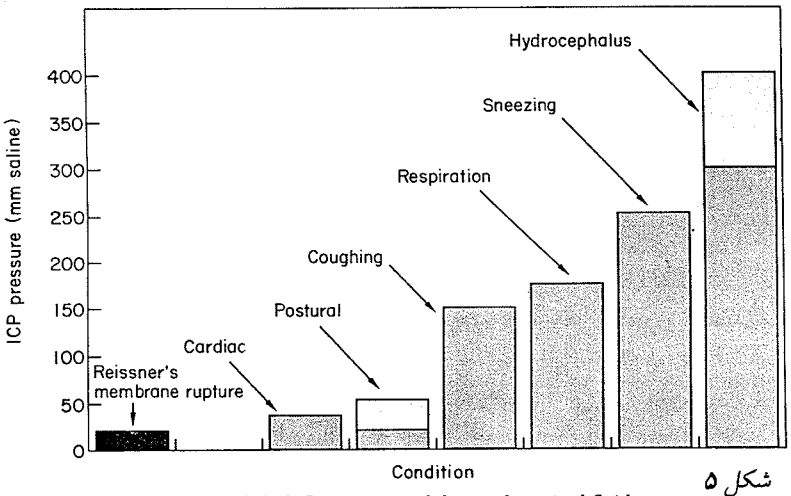
درنوزادان دارای جمجمه نازک وستورهای جمجمه‌ای باز می‌باشند. اندازه‌گیری ICP ازطریق subarchnoid bolt عملی نیست وپانکچربطنی نیزدرنوزادان دارای بطنهای کوچک خطرناک می‌باشد. بنابراین بطورکلی می توان روشهای مستقیم راروشهای تهاجمی وروشهای غیرمستقیم راروشهای غیرتهاجمی به حساب آورد، گوئی اینکه خودروشهای غیرمستقیم نیزدربعضی مواردباتهاجم همراه می‌باشند.

روش اندازه‌گیری فشارداخل جمجمه‌ازطریق مجرای گوش، جدیدترین روش‌غیرتهاجمی می‌باشد. تکنولوژی جدید این امکان رافراهم ساخته است. این موضوع به نوبهٔ‌خود نوآوری مهمی است که افق گسترده‌ای رادرپیش روی علم ادیولوژی قرار می‌دهد. این تکنیک جدیدحداقل امکان اندازه‌گیری فشارداخل جمجمه‌ای رادربیماران مبتلابه هیدروسفالی (خصوصاً در کودکان) بطورمرتب دراختیار می‌گذارد.

اصل اندازه‌گیری

اندازه‌گیری غیرتهاجی I.C.P بستگی به بازبودن کوکلئراکوداکت دارد. این قنات ازفضای ساب آرکنویید شروع وبه اسکالاتمپانی ختم می گردد.بنابراین چنانچه بازباشدI.C.P به

Cochlear and CSF pressure



شکل ۵

Examples of intracranial pressure (ICP) fluctuations of the cerebrospinal fluid.

پری‌لنف کوکلئر منتقل می گردد.

بامقایسه روشهای اندازه‌گیری مستقیم I.C.P نشان‌داده‌شده که ایجادجابجایی درپرده باتحریک اکوستیکی عضلهٔرکابی، یک روش اندازه‌گیری غیرمستقیم از I.C.P رافراهم میسازد.

روش

روش (Tympanic Memberane, displacement) T.M.D وابسته به این اصل است که جابجایی پرده بدنبال تحریک عضلهٔرکابی، سبب تغییرات حجمی مایعات لابیرنتی، در حد نانولیتر (nl) میگرددکه این تغییرات توسط سیستم کامپیوتری قابل اندازه‌گیری می‌باشد.

T.M متصل به زنجیرهٔاستخوانی بوده واستخوانچهٔسوم در دریچهٔ بیضی قرارمی‌گیرد وبین فوت پلیت رکابی وعضلهٔرکابی واقع می‌گردد. عضلهٔاستاپدیوس درپاسخ به محرکهای بلندصوتی تحریک شده و ژئومتری زنجیره استخوانی رابسته به وضعیت استراحت فوت پلیت رکابی درداخل دریچه بیضی تغییرمی‌دهد. وضعیت استراحت فوت پلیت خودوابسته به فشارمایع پری لنفاتیک حلزون می‌باشد. فشار مایع پری لنفاتیک نیزبه نوبه خود برابر I.C.P می‌باشد که منتج از ارتباط مستقیم آنهاازطریق کوکلئرآکوداکت می‌باشد. درحین انقباض عضله استاپدیوس، تغییرات در I.C.P مربوط به جابجایی داخل وخارج TM می‌باشد. همین جابجایی خود وابسته به این مطلب است که آیا I.C.P (ومتعاقباً فشار پری لنفاتیک) افزایش یاکاهش یافته است. (شکل ۶)

TMD توسط یک پروب ترانسدیوسر، که به یک هدست (Headset) متصل است، اندازه گرفته می‌شود(شکل ۷) پروب بطور محکم درداخل کانال قرار میگیرد. این وسیله که اساس عملکرد آن وابسته به محاسبات یک کامپیوترحساس می‌باشد، حجم متوسط TMD رادر حین هر تحریک عضله رکابی، اندازه‌گیری می‌نماید.

هنگامیکه فشارحلزونی بیش ازمیزان طبیعی گردد، وضعیت استراحت فوت پلیت بطرف خارج تغییرمکان داده و درنتیجه اجازهٔ یکدرجه حرکت بیشتر بداخل را می‌دهد و متعاقباًپرده نیزدر واکنش به انقباض عضله استاپدیوس بیشتربداخل کشیده می‌شود.

درمقابل یک فشارکمتر ازحد طبیعی باعث جابجایی فوت پلیت بداخل شده وجابجایی بیشتر پرده، بطرف خارج را در واکنش به انقباض عضله سبب می گردد. (شکل ۶،۷) هدست فوق ـ الذکربه‌یک‌میکروکامپیوتربسیار حساس متصل‌شده وکلیهٔداده‌هااز طریق آن پردازش می‌گردد (شکل ۸) این روش تقریباًمشابه وسیلهٔمورد استفاده درادیومتری امپدانس است. القاء جابجایی پرده‌با تحریک اکوستیکی عضلهٔ رکابی صورت گرفته و Timehistory آن توسط یک ترانسدیوسرمخصوص که جابجایی حجمی راتاحدیک نانولیتراندازه‌گیری می‌نماید، مشخص می‌گردد. این تکنیک به شدت نسبت به تغییرات نسبی فشارحساس می‌باشد، بنابراین موارد کاربردبالینی طوری انتخاب شده تاحداکثربهره راازاین واقعیت کسب نمایند.

این سیستم که بانام MMS-10 به ثبت رسیده‌است، نتیجه تلاش ۱۴ ساله مراکزتحقیقی انگلیس می‌باشد. بااستفاده ازاین دستگاه می توان گوش داخلی وحتی بطور عمقی‌تر داخل فضای ساب آرکنوییید را مورد بررسی قرار داد. یعنی خصوصیاتی که با دستگاههای کلینیکی مرسوم امکان اندازه‌گیری آن نمی‌باشد.

درضمن فعالیت همزمان پالسهای قلبی ـ عروقی یافعالیت منعکس شده ازمایع داخل جمجمه ازطریق کوکلئر آکوداکت، انقباضات عضله‌تنسورتمپانی وتهویه لوله استاش رانیز مورد تحقیق قرارداد. هم‌اکنون منطبق باپیشرفتهای جدید دراین حیطهٔعلمی اندازه‌گیری فعالیت عضله شیپوراستاش وبازبودن لوله بااستفاده ازیک سونوتوبومتر (sonotubometer) ممکن شده‌است. بااستفاده از سیستم این امکان وجوددارد‌که میزان فشارحلزون ـ داخل جمجمه رادرافرادسالم وبیماران موردراندازه‌گیری قرارداد. درمورد بیماران،این روش شدیداً نسبت به تغییرات نسبی فشار (برای مثال درحین درمان) حساس بوده واین امکان وجوددارد‌که یک ارزیابی کیفی‌ازطبیعی‌بودن محدودهٔفشار حلزون، داخل جمجمه بدست‌آورد.

فشارافزایش یافته داخل جمجمه

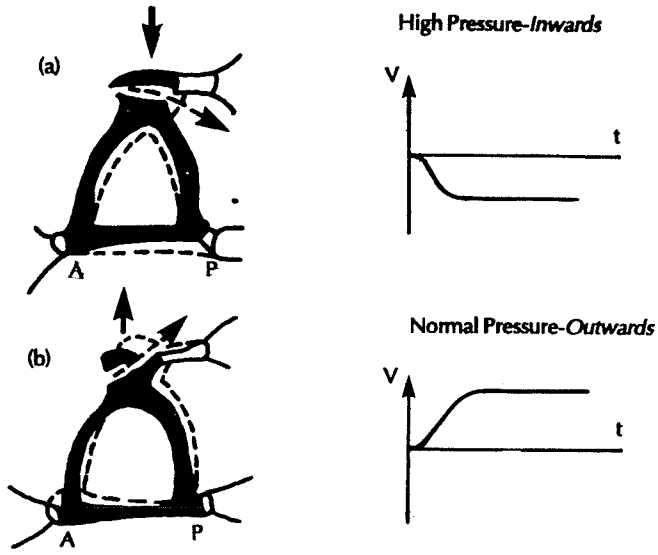
مواردبسیاری وجوددارد‌که در اثر افزایش غیرطبیعی فشارمایع داخل جمجمه، معلولیتهای ثابت جسمی وذهنی حاصل می‌گردد. از مواردی که سبب این افزایش فشار می‌گردد، می‌توان به آنومالیهای مادرزادی (همانندا‌سپاینابینیداو هیدروسفالی)، اختلالات حین تولد(همچون خفگی وخونریزی مغزی) واختلالات اکتسابی (همچون آنسفالیت، منتژیت، ضربه های وارده به سروتومورها) اشاره نمود.

همچنین مواردی چندی وجود دارندکه باافزایش فشارداخل جمجمه، اختلالاتی تعادلی ـ بصری وشنیداری حادث می گردند.

دشواری اصلی دراین موارد، کمبودتکنیک غیرجراحی برای کنترل وبررسی فشارداخل جمجمه می باشد.

روش تمپانیک یک راه حل غیرجراحی درمسیرایین دشواریها می باشد و آیندهٔنویدبخشی دررابطه با مراقبتهای بهداشتی وطبی درپیش روی دارد.

شکل ۶



Stapes movement and resulting tympanic membrane displacement when the acoustic reflex is induced in conditions of (a) raised and (b) normal/low perilymphatic pressure.

شکل ۷

هیدروسفالی

شایددرحال حاضرگسترده ترین قلمرواین تکنیک بررسی بیماران ،بخصوص کودکان مبتلابه هیدروسفالی وهمچنین ارزیابی عملکردشانتهای مبتلایان پس ازجراحی می‌باشد(شکل ۸). تکنیک تمپانیک امکان اندازه‌گیری فشارداخل جمجمه رابطور نامحدودوبدون آنکه خطری سلامت بیماران راتهدیدکند، در اختیارمی گذارد.
شکل ۹ مؤید،بررسی عملکرد شانت وبطورکلی فشارداخل جمجمه درقبل وبعدازعمل می‌باشد.همانگونه که مشاهده‌می شود،افزایش‌فشاردرمورد«الف» بخوبی آشکاربوده‌وانحراف آن ازخط مرجع واضح می باشد. برگشت فشاربه وضعیت طبیعی پس ازکارگذاری شانت درمورد «ب» مشهود می‌باشد.جزءدر موارد شدید عملکرد صحیح سیستم شانت اغلب ناشناخته می ماند،مگردرمواردارزیابی درنارُ شانت مایع مغزی ـ نخاعی از طریق روشهای تصویرنگاری غیر تهاجمی ویاروش cap-tap روشهای تصویرنگاری (imaging) نظیر C.Tscan درارزیابی عملکردشانت غیرقابل اعتمادند. توسعهٔ‌روشهای ادیولوژیک غیرتهاجمی برای اندازه‌گیری تغییرات کم I.C.P این امکان رابه مامی‌دهد تاارزیابی متعددازعملکرد شانت رابدون ایجاد خطر و یا مواردکاذب به انجام برساتیم.

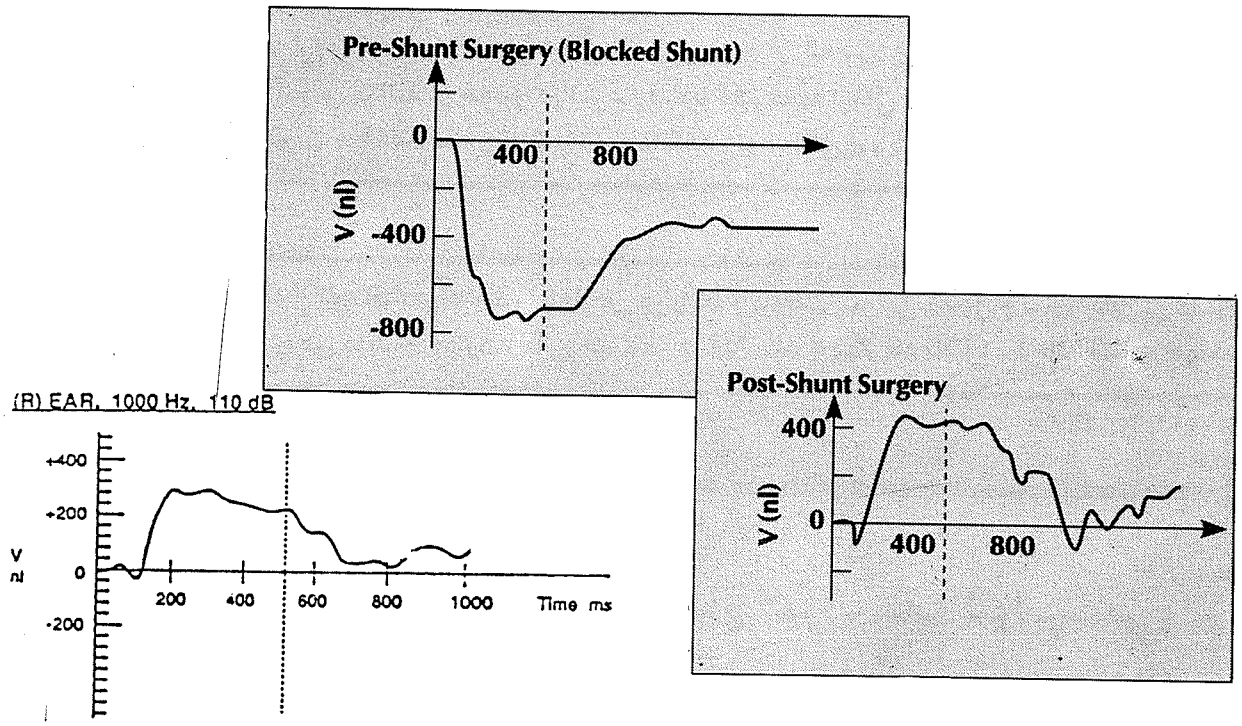
شکل ۸

بیماری حرکتی فضایی
(Space motion sickness)

ازمدتهاپیش که آدمی قدم از کرهٔ‌خاک فراگذاشته و درصدد فتح ستارگان و کرات دیگر برآمد با مشکلی جدید یعنی معضلات مواجه‌گردید، درشرایط بی وزنی روبروشد.بسیاری ازفضانوردان درحین قرارگرفتن دروضعیت جاذبهٔ‌کم (microGravity) دچار سردرد و حالتهایی مشابه باموارد‌مسافرت باکشتی ویا هواپیمامی‌گردند. احتمالاً علت این امر افزایش فشارداخل جمجمه می باشد. همچنین بااستفاده ازشبیه‌سازی حالت ماکروگراوتیه سردرد حاصل می‌گردد. این حالت احتمالاً ناشی ازبالارفتن فشارخون داخل مویرگها و ریخته شدن آن در رگهای خونی بالای قلب باشد که هردوحالت ممکن است سبب بالا رفتن I.C.P گردد. ماهیت تهاجمی اندازه‌گیری این متغیر در آدمی تاکنون از مطالعات اساسی دراین رابطه جلوگیری کرده‌است .هدف ازاین تحقیق آزمایش تغییرI.C.P درآدمی بااستفاده ازیک روش غیرتهاجمی یعنی جابجایی تمپانیک می‌باشد. بعلت کوچکی اندازهٔ‌دستگاه فوق‌الذکر و قابلیت حمل آسان آن، حتی امکان تعمیم نتایج درفضانیزکاملاً وجوددارد.

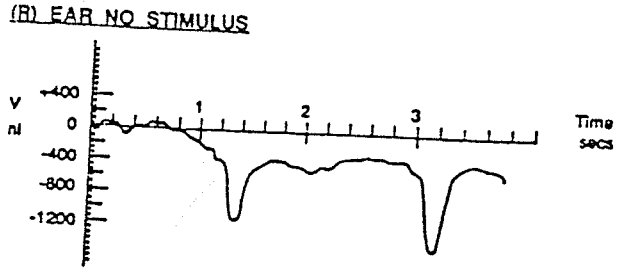
وزوزابژکتیو وجابجایی پردهٔ تمپان

یکی دیگر از مطالعات مورد بررسی این روش، تحقیق درباب منشأ احتمالی وزوز درآدمی می‌باشد. جهت آشنایی باطرزعمل یک گزارش بیمار دراینجا ارائه می‌گردد."Casereport" دراین بررسی دختری ۱۰ ساله که از۱۸ماه پیش



شکل ۱۰

Stapedial reflex induced tympanic membrane displacement in the patient's right ear, in terms of volume displacement: 'V' vs time. Positive displacement represents outward going movement of the tympanic membrane and negative displacement inward going movement. Stimulus at 1000 Hz at 110 SPL. The stimulus was switched on at 0 msec. and off at 500 msec.



شکل ۱۱

Spontaneous tympanic membrane displacement in the patient's right ear. No stimulus was used. Note the time scale is different from that in Figure 1.

دچار وزوزابژکتیو در گوش راست خودشده‌بود، مورد بررسی قرار گرفت. وزوزبطورناگهانی شروع شده و بر تمرکز کودک درکلاس درس تأثیرمنفی گذاشته بود. درتاریخچه E.N.T فرد، مورد خاصی مشاهده‌نشده‌بود. درمعاینه اتوسکوپی پردهٔ‌گوش بیمار سالم مشاهده شد ویک نوفهٔ‌کلیک (Click Noise) ازگوش راست بیمارشنیده شد. معاینه نرم کام (Soft palate) وفضای خلف بینی (Postnasa space) مؤید طبیعی‌بودن این اعضاءبود. بطورکلی هیچ انقباض نابجایی ازعضلات کام یا حلق مشاهده نشد. نتایج ادیومتری صوت خالص وامپدانس طبیعی بود بدنبال این آزمایشات اندازه‌گیری جابجایی پرده بطریق فوق‌الذکر صوت گرفت. رفلکس رکابی که باعث جابجایی پرده می‌شود درشکل ۱۰ نشانداده شده است. پاسخ رفلکس دراین شکل طبیعی می‌باشد. در شکل ۱۱ جابجایی خودبخود پرده نشانداده شده است. جابجائی منفی منحنی (به سمت پایین) همزمان باکلیکهای قابل شنیده شدن (وزوزفرد) می‌باشد. پاسخ مشاهده شده در شکل ۱۱ به وضوح باپاسخ رفلکس رکابی شکل ۱۰ متفاوت است و بدین ترتیب احتمال منشأ وزوز از انقباضات منظم عضله رکابی غیرمحتمل می‌باشد. تعداد کلیکها (۳۰عدد در دقیقه) نشاندهنده این است که منشاء نوفه، قلبی-عروقی نیز نمی‌باشد. بدنبال این بررسیهای مقدماتی بیماربه یک پوشاننده نوفه (Tinnitus masker) مجهز گردید. پس ازاین تجویز بیماربه دفعات مورد بررسی مجدد قرار گرفت و پس از۹ ماه این وسیله بسیار مفید تشخیص داده شد و نتیجه آن در موفقیتهای تحصیلی کودک کاملاً چشمگیربود. نتایج حاصله امکان وجود منشأ این کلیکها را از رکابی غیرمحتمل دانسته و بیشتر علت معطوف عضلهٔ تنسور تمپانی و عضلات ناحیه لوله استاش گردید. اگرمنشاء وزوز بهترمشخص شود، معالجه مناسبتری را می‌توان اعمال نمود. دراین موردخاص عمل جراحی تاندون رکابی بطور مشخص مناسب نمی باشد. اگرچه در بعضی از موارد وزوزابژکتیو روش جراحی رکابی توصیه می‌گردد. از نقطه‌نظرتحقیقات، درمان با پوشاننده وزوز مناسب تشخیص داده شده وبطور صددرصد نتایج موفقیت‌آمیزی بدنبال داشت.

درخاتمه باید خاطرنشان ساخت که این روش در ابتدای راه پرفراز ونشیب خودبوده و برای حل مسائل پاسخ داده نشده در تحقیقات ادیولوژیک دستاورد خوبی می باشد. زیرمجموعه‌هایی که تکنیک جابجایی پرده تمپان رامی توان به آنها تعمیم داد. بطورخلاصه شامل موارد ذیل می‌باشند :

۱- C.S.F و وزوز
۲- سرگیجه وضعیتی
۳- اثرات داروهای اوتوکسیک
۴- افت شنوایی ناشی ازپیری
۵- افتهای شنوایی ناشی ازنوفه
۶- بارتروما