

*Originalarbeiten — Original Papers*

## **Die Bedeutung der Innenohrflüssigkeit für die Gerichtliche Medizin**

FRANCISZEK M. TRELA

Institut für Gerichtliche Medizin der Medizinischen Akademie  
Kraków (Polen)

Eingegangen am 21. Juni 1975

The Significance of Inner Ear Fluid (Perilymph) in Forensic Medicine

*Summary:* An original method of collecting the perilymph in the inner ear by chiselling the pyramid of the temporal bone is presented. From 300 to 350  $\mu$ l of fluid may be obtained each time.

Various types of determination were performed on 399 human cadavers. The alcohol level was tested in 140 cases, the ABO(H) group antigens were determined in 89 cases, the phenotypes of the gamma-globulin (1) group system in 152 cases, and the  $\alpha_1$ -antitrypsin (Pi) system in 18 cases.

Determinations of the alcohol level in the perilymph has been confirmed to be useful, as they allow not only determination of the degree of intoxication in cadavers in an advanced state of decomposition, but also by comparing the alcohol concentration in the cerebrospinal fluid, the vitreous humour, and the blood, the phases of elimination and absorption of alcohol may be more precisely determined.

It was also found that the perilymph is a good medium for the determination of the group antigens of the red blood-cells and the gamma-globulin system, the serum and the  $\alpha_1$ -antitrypsin enzyme.

These data suggest that the method may be more widely used in various forensic medical tests.

*Zusammenfassung:* In der vorliegenden Arbeit wurde eine originelle Methode der Entnahme von Labyrinthflüssigkeiten des Innenohrs durch Abmeisseln der Schläfenbeinpyramide dargestellt, wobei jedesmal 300 bis 350  $\mu$ l Flüssigkeit gewonnen werden kann.

In 399 Fällen wurden an menschlichen Leichen verschiedene Bestimmungen vorgenommen. In 140 Fällen wurde der Alkoholspiegel untersucht, in 89 Fällen - die Gruppenantigene (ABO(H)), in 152 Fällen bestimmte man die Phänotypen des Gamma-globulin - Gm(1)-Systems und in 18 Fällen - zusätzlich das  $\alpha_1$ -Antitrypsin-system (Pi).

Bei der Beurteilung der bisher erzielten Ergebnisse wurde die weitgehende Verwendbarkeit der Alkoholspiegelbestimmungen in Labyrinthflüssigkeiten festgestellt. Diese Methode erlaubt nicht nur die Bestimmung des Trunkenheitsgrades an Leichen mit fortgeschrittenem Fäulnisprozess, sondern auch durch Vergleich mit der Alkoholkonzentration in der Rückenmarksflüssigkeit, im Glaskörper und im Blut - eine genauere Bestimmung der Eliminations- und Absorptionsphase des Alkohols.

Außerdem wurde festgestellt, daß die Labyrinthflüssigkeiten sich ausgezeichnet zur Bestimmung der Gruppenantigene der roten Blutkörperchen, dem Gammaglobulin-, Serum- und  $\alpha_1$ -Antitrypsinsystem eignen.

Die angeführten Schlußfolgerungen lassen hoffen, daß der Umfang der gerichtsmedizinischen Untersuchungen in verschiedene Richtungen hin erweitert werden kann.

*Key words:* Innenohrflüssigkeit, Technik der Entnahme, Alkoholuntersuchung, Blutgruppenbestimmung - Blutgruppenbestimmung, an Innenohrflüssigkeit - Alkoholuntersuchung, Innenohrflüssigkeit

Mit dem Fortschritt der Gerichtlichen Medizin sucht die Gerichtsmedizin in immer mehr Regionen des menschlichen Körpers Antwort auf die Fragen, die neben der Todesursache auftreten. Weiterhin besteht die Notwendigkeit der Ausarbeitung präziser Methoden zur Bestimmung der Todeszeit.

Bei der Lösung dieser Probleme wurde die Aufmerksamkeit der Untersuchenden auf den Glaskörper, die Rückenmarksflüssigkeit und die Gelenkschmiere gelenkt, wobei man von der Annahme ausging, daß diese im Vergleich zum Blut bedeutend stabiler sind und nach dem Tode geringeren Veränderungen unterliegen.

Es wurde der Alkoholgehalt darin bestimmt, und um die Todeszeit festzustellen, wurde die Konzentrierung von Elektrolyten, Harnstoff, Kreatin, Kreatinin u.s.w. ausgewertet (4, 12). Aus den erwähnten Gründen beschäftigten sich die Untersuchenden mit der Labyrinthgegend. Die besonderen anatomischen Verhältnisse des Gleichgewichtssinnes, der seinen Sitz in der Pyramide des Schläfenbeins hat, also an einer Stelle, wo die Einwirkung äußerer Einflüsse nur gering ist, ließen die Annahme zu, daß die Labyrinthflüssigkeiten sogar bei weitgehender Zerstörung des menschlichen Körpers oder sehr vorgeschrittenen postmortalen Veränderungen unverändert bleiben. Die Labyrinthflüssigkeiten, und zwar Perilymphe und Endolymphe, wurden anfangs zu klinischen Zwecken untersucht. In letzter Zeit richtete auch die gerichtliche Medizin ihr Augenmerk auf die Auswertung dieses Materials (14).

In Übereinstimmung mit den bisher gültigen Ansichten wird angenommen, daß die Perilymphe auf dem Wege der Ultrafiltration aus den Gefäßen der Perilymphgegend entstehen. Die Infiltration chemischer Substanzen in die Perilymphe geht verhältnismäßig langsam vor sich. Dies wurde durch Untersuchungen unter Anwendung von Fluoreszein festgestellt (5).

Wie die veröffentlichten Ergebnisse beweisen (1, 6, 8, 9, 10, 11, 13), enthält die Perilymphe identische Eiweißfraktionen, wie sie im Serum auftreten, jedoch in anderer Konzentration.

Bisher wurden in den Labyrinthflüssigkeiten Präalbumin, Albumin, Alpha-, Beta- und Gammaglobulin, Haptoglobin, Transferin, Zeruloplasmin und Lipoprotein bestimmt. An Enzymen wurde Karbonatanhydrase (CoANH), Asparaginaminotransferase (AspAt), Alaninaminotransferase (AlAt), Glutamindehydrogenase (GIDH), Laktatdehydrogenase (LDH), Sorbitoldehydrogenase (SDH), Malatdehydrogenase (MDH), Cholinesterase (ChE), saure und alkalische Phosphatase (AcP) (AP) festgestellt.

Die Untersuchungsergebnisse der Eiweißstoffe und Enzyme der Labyrinthflüssigkeiten versuchte man zur Unterscheidung solcher Krankheiten wie Otosklerose, Meniere'sche Krankheit und Krebsgeschwülste des Gehörnerve anzuwenden. Man verwarf dies jedoch wieder im Hinblick auf häufig auftretende Komplikationen, wie Schwerhörigkeit oder sogar Taubheit.

Die Perilymphe wurde auf dem Wege der Stapedektomie entnommen, d.h. durch das ovale Fensterchen. Diese Methode erlaubt - unter Verwendung einer entsprechend dünnen Pipette - die Entnahme der Perilymphflüssigkeit in Mengen von 10 und mehr  $\mu$ l. Die Entnahme der Perilymphe durch Stapedektomie ist kompliziert und erforder-

dert die Anwendung einer speziellen optischen Apparatur. In ungefähr 20% der Fälle erhält man die Perilymphe vermischt mit Blut. Aus diesem Grunde ist diese Methode für gerichtsmedizinische Zwecke praktisch nicht geeignet. Die geringe Menge der gewonnenen Flüssigkeit zwingt den Untersuchenden zu Verdünnungen, was bei toxikologischen und serologischen Untersuchungen der Laboratoriumsfehler bedeutend vergrößert und den Wert des Gutachtens verringert.

In Polen veröffentlichten zum erstenmal IWANKIEWICZ u.a. im Jahre 1973 die Ergebnisse ihrer Untersuchungen des Alkoholgehaltes in der Perilymphe mit Hilfe der Stapedektomie (3). Sie kamen zu der Feststellung, daß in manchen Fällen die Konzentration des Alkohols in der Perilymphe um das mehrfache höher war als im Blut. Ihre Ergebnisse stimmten mit der Auffassung überein, daß in der Labyrinthflüssigkeit eine spezifische Kumulation des Alkohols vor sich geht, was wiederum die Gleichgewichtsstörungen erklärt, wie man sie bei Betrunknen beobachtet. Die Ungewöhnlichkeit dieser Beobachtungen veranlaßte uns zur Durchführung ähnlicher Untersuchungen. Im Hinblick darauf jedoch, daß die Stapedektomie eine unzulängliche Methode ist, versuchte man auf anderem Wege an die Labyrinthgegend heranzukommen, und zwar durch Herausmeißeln der Knochenschicht der Schläfenbeinpyramide. Erst diese Art der Entnahme der Perilymphe ermöglichte es uns, systematische Untersuchungen anzustellen, deren Ergebnisse Gegenstand der vorliegenden Arbeit sind.

Methode der Gewinnung von Labyrinthflüssigkeiten:

Das Schema der Entnahme von Labyrinthflüssigkeiten ist folgendes:

Nach Öffnung des Schädels und genauer Abnahme der harten Hirnhaut sowie Austrocknen der Schädelbasis wird mit einem schmalen Meißel der in Abb. 1 schraf-

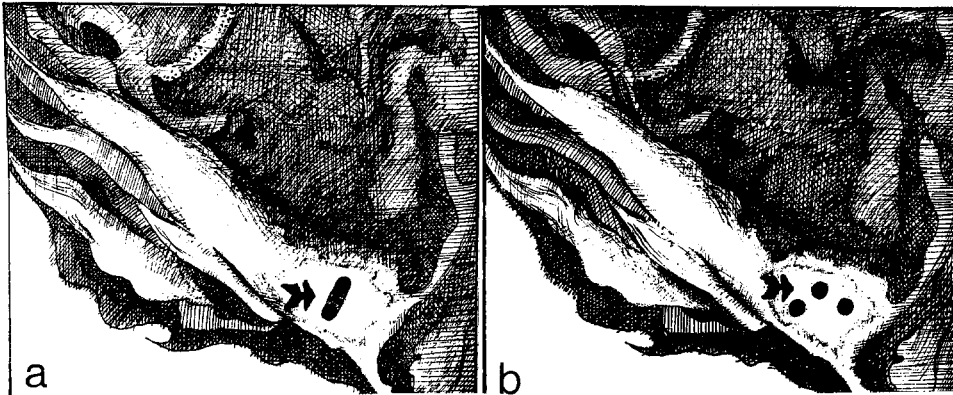


Abb. 1. a und b. Freilegen der Bogengänge zur Gewinnung der Labyrinthflüssigkeiten. Der Bereich, in welchem der Knochen von der Vorderseite der Schläfenbein-Pyramide schichtweise abzutragen ist, wurde in der Abb. mit einem Pfeil gezeichnet. Bild 1a und 1b stellen die aufeinanderfolgenden Phasen der Öffnung der Halbkugelkanäle des Labyrinths dar

fierte Teil der Vorderfläche der Schläfenbein-Pyramide schichtweise so abgetragen, daß die Bogengänge nacheinander freigelegt und eröffnet werden. So kann mit Hilfe einer Kapillar-Pipette die Labyrinthflüssigkeiten schrittweise gewonnen und gesammelt werden. Nach Entleerung der Bogengänge wurden weitere Knochenschichten entfernt, bis man zum Saccus endolymphaticus und der Utrikulus gelangte, von wo wiederum der Rest der Labyrinthflüssigkeiten abgesaugt wurde. Die einzelnen Phasen der Freilegung der Labyrinthgegend illustriert Abb. 1.

Auf diese Weise wurden jedesmal aus beiden Ohren 250 - 350 µl Flüssigkeit gewonnen, fast ohne Verunreinigung mit Blut u.a. Die hier beschriebene Methode zeichnet sich vor allem durch Einfachheit der Anwendung aus und dadurch, daß keine optische Apparatur verwendet werden muß.

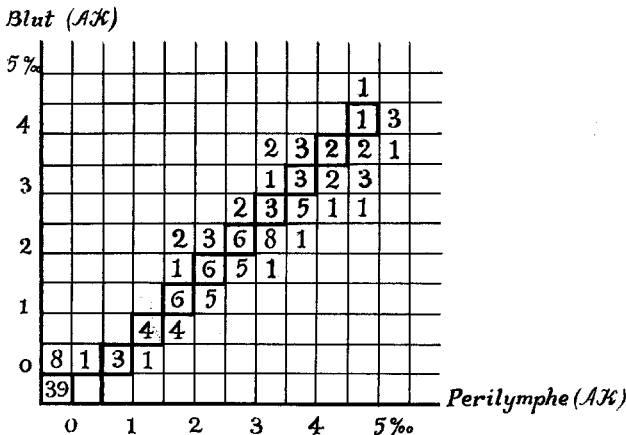
MATERIAL UND METHODEN

Die Labyrinthflüssigkeiten wurden von 399 Leichen beiderlei Geschlechts in verschiedenem Alter entnommen, die an verschiedenen Krankheiten starben oder verunglückten und im Institut für Gerichtliche Medizin in Kraków seziiert wurden. Bei der Auswahl des Materials wurden Fälle von Äthylalkoholvergiftung bevorzugt. Leichen mit beiderseitigen Schläfenbeinbrüchen wurden nicht mit einbezogen. Das gesamte Material wurde in Gruppen aufgeteilt.

Gruppe I betraf 140 Fälle, bei denen der Alkoholspiegel in den Labyrinthflüssigkeiten und im Blut untersucht wurde. Man bediente sich der Methode von WIDMARK, in 24 Fällen mit Fäulnisveränderungen - der Enzymmethode ADH.

Gruppe II umfaßte 89 Fälle, in denen Mithilfe der Methode mittelbarer Absorption in den Labyrinthflüssigkeiten der Gruppenantigene ABO (H) bestimmt wurden (2).

Tabelle 1. Vergleich der Alkoholkonzentration (AK) im Blut und in den Labyrinthflüssigkeiten in 140 Fällen. In den schwarz umrandeten Quadraten Fälle mit Alkoholkonzentrationen unter 0,5%. Im oberen Teil des Diagramms Fälle mit erhöhten Alkoholkonzentrationen im Blut, im unteren Teil Fälle mit erhöhter Alkoholkonzentration in der Perilymphe



Gruppe III bestand aus 152 Fällen, in denen die Phänotypen des Gammaglobulin-Gm(1)-Systems bestimmt wurde, in 18 Fällen - Alfa<sub>1</sub>-Antitripsin (Pi).

#### ERGEBNISSE UND DISKUSSION

Die Ergebnisse der Untersuchungen der Alkoholkonzentration in den Labyrinthflüssigkeiten sind in Tabelle 1 dargestellt.

Die Unterschiede der Alkoholkonzentration in den Labyrinthflüssigkeiten im Verhältnis zum Blut schwankten zwischen 0,1 und 1,15 Prom. (durchschnittlich 0,45 Prom.).

Aufgrund dieser Unterschiede wurde der Versuch gemacht, die Verteilungsphase des Alkohols im Organismus zu bestimmen. In allen Fällen, in denen der Unterschied 0,5 Prom. nicht überschritt, wurde angenommen, daß die Verteilung des Alkohols gleichmäßig war. Überall dort, wo die Unterschiede in der Alkoholkonzentration 0,5 Prom. überschritten, wurden die zur Verfügung stehenden Informationen über die Zeit des Alkoholgenusses analysiert. So konnte angenommen werden, daß mit höchster Wahrscheinlichkeit in der Eliminierungsphase in der Labyrinthflüssigkeit eine höhere Alkoholkonzentration besteht als im Blut. In der Resorptionsphase liegen die Verhältnisse entgegengesetzt; hier ist die Konzentration im Blut höher als in der Labyrinthflüssigkeit. Diese Hypothese muß noch überprüft werden durch Untersuchungen des Alkoholspiegels nicht nur im Blut und in der Perilymphe, sondern auch in der Rückenmarksflüssigkeit und im Glaskörper. Der wirkliche Wert unserer Methode besteht in der Möglichkeit der Alkoholspiegelbestimmung an Leichen mit fortgeschrittenen Fäulnisveränderungen. In diesen Fällen ist die Alkoholspiegelbestimmung nämlich stets fehlerhaft, und es ist schlecht festzustellen, wo der Fehler liegt. Außerdem kommt es bei weitgehend verfaulten Leichen gewöhnlich zur Entstehung von endogenem Alkohol. Die Fäulnisveränderungen in den Labyrinthflüssigkeiten schreiten wesentlich langsamer vorwärts, daher ist auch die Möglichkeit des Entstehens von endogenem Alkohol viel geringer.

Die Untersuchung der Labyrinthflüssigkeiten zu gerichtsmedizinischen Zwecken hat aber vor allem den Vorteil, daß die Möglichkeit besteht, Material von zerstückelten, durch äußere Einflüsse weitgehend zerstörten Leichen zu erhalten, also in Fällen, da die Untersuchung anderer Flüssigkeiten des Organismus unmöglich ist.

In den folgenden 89 Fällen wurden die Gruppenantigene (ABO/H) bestimmt. Gleichzeitig bestimmte man diese Antigene im Blut, und aufgrund von Untersuchungen der Speicheldrüsen wurde die Eigenschaft des "Sekretors" oder "Non sekretors" von Gruppensubstanzen bezeichnet. Unter den untersuchten Fällen waren 14 Fälle "Non sekretors", was die Möglichkeit der Gruppenantigenbestimmung ausschloß. In den übrigen 75 Fällen von "Sekretors" wurde bei 72 davon in den Labyrinthflüssigkeiten eine identische Blutgruppe festgestellt wie im Blut selbst. Nur in 3 Fällen gelang es nicht, die Gruppensubstanz in Labyrinthflüssigkeiten zu bestimmen, jedoch liefert eine geringe Anzahl der Fälle keine Erklärung dieser Erscheinung.

In weiteren 152 Fällen wurde im Blut und in den Labyrinthflüssigkeiten die Gm(1)-Eigenschaft des Gammaglobulinsystems nach der Linet - Jepsen Methode bestimmt (7). In 51 Fällen wurde die Gm(1)-Eigenschaft, in den restlichen 101 Fällen - Gm(-1) festgestellt, was jedesmal mit der Bestimmung dieser Eigenschaften im Blut übereinstimmte. Bemerkenswert ist hierbei, daß die Eigenschaft Gm(a) in der Perilymphe von Leichen festgestellt werden konnte, bei denen der Fäulnisprozess bereits weit fortgeschritten war.

Die Häufigkeit des Auftretens der Eigenschaften Gm(1) und Gm(-1) im untersuchten Material stimmt mit der Häufigkeit in der Bevölkerung Südpolens überein.

So erwies sich die Untersuchung der Gruppensysteme ABO und der Gm(1)-Eigenschaften in den Labyrinthflüssigkeiten als nützlich, besonders dann, wenn man kein Blut der Leiche entnehmen konnte oder andere einfachere Methoden versagten.

Bei Untersuchungen weiterer Eiweißsysteme in den Labyrinthflüssigkeiten gelang es, die Phänotypen Alfa<sub>1</sub>-Antitrypsin durch Elektrophorese im Stärkegel bestimmen. Die Untersuchungen dieses Enzymsystems werden fortgesetzt.

#### SCHLUSSFOLGERUNGEN

1. Die einfache und leichte Technik der Entnahme der Perilymphe des Innenohrs mithilfe des Abmeisselns der Schläfenbeinpyramide kann in der gerichtlichen Medizin praktische Anwendung finden.
2. Die gewonnenen Mengen von Labyrinthflüssigkeiten (250 - 350 µl) ermöglichen die Durchführung von Untersuchungen der Alkoholkonzentration, ohne Verdünnungen verwenden zu müssen, sowie die gleichzeitige Bestimmung der Gruppenzugehörigkeit auf dem ABO(H)-Gebiet - außerdem die Bestimmung der Eiweiß-, Serum- und Enzymgruppensysteme, wie z.B. Gm(1), Pi.
3. In besonderen Fällen kann das die einzig mögliche Methode sein, Untersuchungsmaterial zu gerichtsmedizinischen Zwecken zu gewinnen.
4. Die gleichzeitige Bestimmung des Alkohols in den Labyrinthflüssigkeiten und im Blut kann bei der Bestimmung der Absorptionsphase und der späteren Eliminationsphase des Alkohols im Organismus von großer Hilfe sein.

#### LITERATUR

1. CHEWANCE, L.G., GALLI, A., JEANMARIE, J.: Immuno-electrophoretic study of human perilymph. *Acta oto-laryng.* (Stockh.) 52, 41-56 (1960)
2. HOLZER, F.J.: Untersuchungen über die Gerichtlichmedizinische Verwertbarkeit der Ausscheidung von Blutgruppensubstanzen. *Z. ges. gerichtl. Med.* 28, 1, 3, 234-248 (1937)
3. IWANKIEWICZ, S., KORNOBIS, J., MIKULEWICZ, W.: Alkohol etylowy w przychlonce ucha wewnietrznego. *Arch. Med. Sad.* 1, 129-132 (1973)
4. JAKLINSKA, A., TOMASZEWSKA, Z.: Badania porównawcze nad zawartością alkoholu etylowego w ciałku szklistym gałki ocznej i w płynie mózgowo-rdzeniowym po śmierci. *Arch. Med. Sad.* 21, 77-80 (1971)
5. JAKO, G., WEILLE, F.L., PALMER, P.E., IRWIN, J.W.: An experimental study of the dynamic circulation of the labyrinthine fluids. *Ann. Otol Rhinolog. Laryng.* 68, 733-739 (1959)
6. KROCHMALSKA, E.: Właściwości biofizyczne i biochemiczne płynów błędnika. Cz. II. *Otolaryng. Pol.* 21, 500-506 (1967)
7. LINNET-JEPSEN, P., GALATIUS-JENSEN, G., HAUGE, M.: On the inheritance of the Gm serum group. *Acta genet. (Basel)* 8, 164-196 (1958)
8. PALAVA, T., FORSEN, R.: Malate dehydrogenase in post mortem perilymph. *Acta oto-laryng.* (Stockh.) 70, 336-339 (1970)
9. PALAVA, T., RAUNIO, V.: Disc electrophoretic studies of human perilymph an endolymph. *Acta oto-laryng.* (Stockh.) 63, 128-137 (1967)
10. PALAVA, T., RAUNIO, V., NAUSIAINEN, R.: Alkaline and acid phosphatase activities in post mortem cochlear fluids. *Acta oto-laryng.* (Stockh.) 76, 319-322 (1973)
11. PALAVA, T., RAUNIO, V., NOUSIAINEN, R., FORSEN, R.: Glutamate - hydroxybutyrate and succinate dehydrogenases in post mortem inner ear fluids. *Acta oto-laryng.* (Stockh.) 73, 151-159 (1973)

12. RASZEJA, S., KRÜGER, A., OLSZEWSKA, I.: Stezenie alkoholu etylowego w ciałku szklistym oka i mazi stawowej. Arch. Med. Sad. 21, 61-66 (1971)
13. SILVERSTEIN, H.: Inner ear fluid proteins in acoustic neuroma, Meniere's disease and otosclerosis. Ann. Otol. Rhinolog. Laryng. 80, 1-9 (1971)
14. TRELA, F.M., MAREK, Z., HALAMA, A., GROCHOWSKA, Z.: Poziom alkoholu we krwi i przychlonce pobranych ze zwlok. Arch. Med. Sad. 1, 65-67 (1974)

Dr. med. Fr. TRELA  
Institut für Gerichtliche Medizin  
der Medizinischen Akademie  
ul. Grzegórzecka 16  
P - 31531 Kraków (Polen)