

Aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik der Universität Heidelberg  
(Direktor: Prof. Dr. W. v. BAEYER)

## Pacchionische Granulationen im Pneumencephalogramm

Von  
**GERD HUBER**

Mit 5 Textabbildungen

(Eingegangen am 10. November 1961)

Die bekannten Schwierigkeiten, die sich bei der Beurteilung der im Luftencephalogramm (LEG) darstellbaren morphologischen Strukturen im Bereich nichttumoröser Größen- und Formveränderungen der Liquorräume hinsichtlich der Differenzierung schon pathologischer und noch normaler Befunde ergeben, wurden in der älteren und neueren Literatur mehrfach erörtert (WOLFF u. BRINKMANN; HEINRICH; NÜRNBERGER u. SCHALTENBRAND u. a.). Über eigene Bemühungen um einen allgemein-verbindlichen, soweit als möglich auf Messungen sich stützenden, praktisch brauchbaren, doch keinesfalls schematisch zu handhabenden Maßstab zur Abgrenzung krankhafter, sogenannter hydrocephaler Veränderungen im Hirnluftbild wurde an anderer Stelle berichtet (1961). An den äußeren, vielfach verzweigten und im Röntgenbild sich überlagernden Liquorräumen der Hirnoberfläche scheinen die Kriterien und Maße zur Definition eines pathologisch anzusehenden Befundes im Sinne eines Hydrocephalus externus womöglich noch fragwürdiger zu sein als an den Seitenkammern und am 3. Ventrikel, obschon sich gezeigt hat, daß auch für diesen Teil des Pneumencephalogrammes einigermaßen verlässliche, wenn auch nur unter Berücksichtigung des Lebensalters und neuroradiologischen Gesamtbefundes anzuwendende Abgrenzungen angegeben werden können (DAVIDOFF u. DYKE; HUBER 1961). Besonders bei der früher allgemein üblichen Verwendung großer Luftmengen werden an der Hirnoberfläche nicht selten zu Täuschungen Anlaß gebende Gasansammlungen beobachtet, die nicht einer vergrößerten und verbreiterten Furchendarstellung und damit einer Hirngewebsreduktion (Atrophie oder Hypoplasie) im Bereich des Cortex entsprechen, vielmehr auf artifiziellen Veränderungen infolge übermäßiger Luftfüllung und auf einer unter bestimmten technischen Bedingungen normalerweise in 10—20% eintretenden Darstellung des Subduralraumes beruhen, wobei die Luft durch fehlerhafte Lage der Punktionsnadel, möglicherweise auch durch Diffusion oder durch Einrisse in der Arachnoida in den Subduralraum gelangt (FEREY u. Mitarb.; H. E. KEHRER; HUBER 1958).

Diagnostische Irrtümer und Fehlbeurteilungen können sich nun, wie uns die Durchsicht des in 10 Jahren angefallenen Pneumencephalogramm-Materials der Heidelberger Klinik lehrte, auch dadurch ergeben, daß sich an der Hirnoberfläche die *Pachtionischen Granulationen* als kolben- und zottenförmige Auswüchse der Arachnoidea mit Gas füllen und die dann sichtbaren, meist rundlichen und fleckförmigen Kontrastmittelansammlungen als Hinweis auf umschriebene, cystenförmige oder diffuse Substanzdefekte im Bereich der Hirnrinde gedeutet werden. Diese bislang bei der Analyse der Strukturen der luftgefüllten oberflächlichen Hirnliquorräume nicht beachtete Fehlerquelle gab Anlaß, an Hand des vorliegenden Materials zu prüfen, inwieweit Pachtionische Granulationen (PG) im LEG sichtbar werden können und ob sich Beziehungen zwischen der Arachnoidalzottenfüllung und bestimmten technischen Voraussetzungen oder klinischen Daten erkennen lassen.

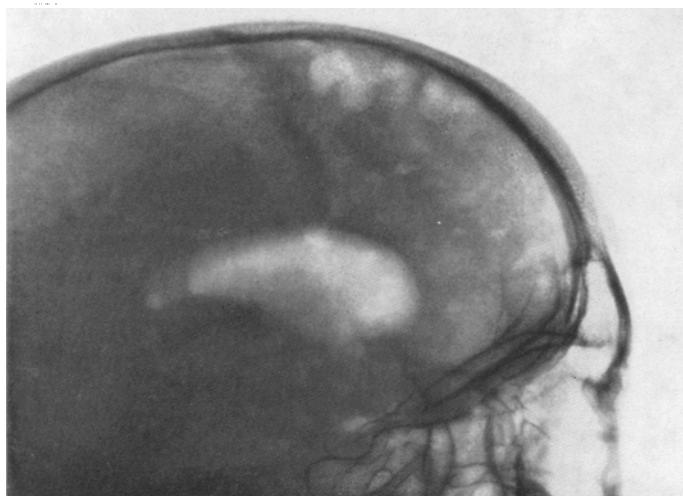
Die PG oder Granula meningica werden aus den meist gruppenförmig zusammenstehenden *Arachnoidalzotten* gebildet, die anatomisch als hirse- bis getreidekorngroße Anhänge der Spinnwebenhaut mit dünnerem Stiel aufsitzen. Sie kommen beim Erwachsenen regelmäßig und besonders reichlich im höheren Alter vor; beim weiblichen Geschlecht sind sie anscheinend weniger entwickelt als beim Manne (SPALTEHOLZ; SIEGLBAUER). In ihrem Inneren enthalten die PG, die sich in die harte Hirnhaut bohren und dort in die Sinus und die venösen Lacunen hineinragen, ein Netzwerk von Bindegewebsbalken und Fortsetzungen des Cavum leptomeningicum. Bei entsprechender Größe kann der Knochen resorbiert und zu Foveolae granulares bzw. Pachtionischen Grübchen vertieft werden. Am häufigsten und größten finden sich die PG entlang der Mantelkante am Sinus sagittalis superior und in seiner Umgebung, besonders im mittleren Abschnitt und im vorderen (paramedianen) Teil der Schädelkapsel. Zahl, Form und Größe der PG und der Pachtionischen Grübchen ist stark wechselnd; die Foveolae granulares erscheinen im Röntgenbild des Schädelns meist als kleinere oder größere, rundliche, ziemlich gut und regelmäßig, zum Teil aber auch unregelmäßig begrenzte Aufhellungen (E. G. MAYER). Differentialdiagnostisch ist von Belang, daß zu den größeren PG fast stets eine Gefäßfurche hinzieht. Auch nach röntgenologischer Erfahrung nehmen die PG bzw. die durch sie bewirkten Pachtionischen Grübchen im Laufe der Jahre an Größe und Zahl zu; jedenfalls sind sie um so häufiger, je älter das Individuum ist.

In der Literatur finden sich, soweit wir sehen, keine Angaben über eine Darstellung der Granula meningica im Hirnluftbild. Nachdem heute die Erfahrungen mit der pneumencephalographischen Methode sich an nähernd über 4 Jahrzehnte erstrecken, darf man sicher annehmen, daß die im LEG zum Teil recht auffallenden, Arachnoidalzotten entsprechenden Gebilde auch schon früher gesehen wurden, ohne jedoch anscheinend als solche erkannt zu werden.

### Eigenes Material

Im Ausgangsmaterial von 1296 Fällen, welches das Pneumencephalogramm-Material der Jahre 1948—1957 mit Ausnahme von Tumoren und endogenen Psychosen sowie den Fällen mit technisch unzulänglichen Röntgenogrammen umfaßt,

fanden sich 47 Fälle (3,6%) mit im LEG sicher zu identifizierenden PG. Die luftgefüllten, stets paramedian zu beiden Seiten des Sinus sagittalis superior angeordneten Granula meningica waren am häufigsten, nämlich in 36 Fällen, über dem



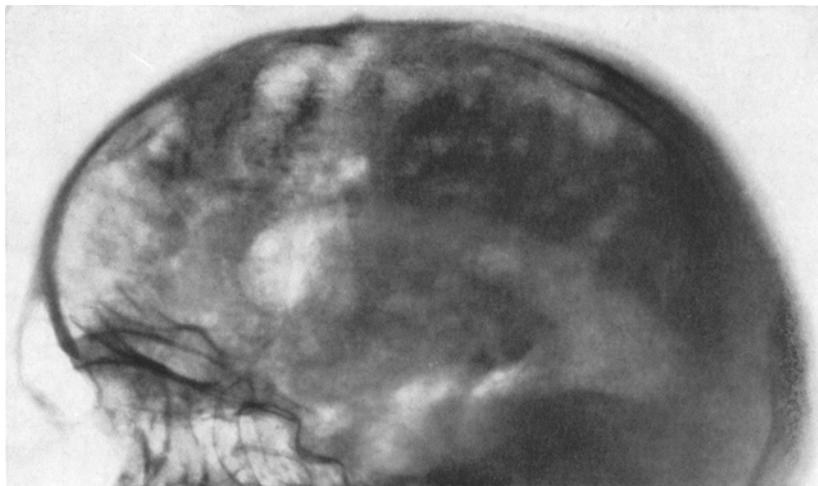
a

b

Abb. 1. Demenz bei cerebraler Arteriosklerose. a Seitliches Vorderhornbild. Bis pfenniggroße luftgefüllte Pachtionische Granulationen (PG) frontal bei mäßigem Hydrocephalus internus und externus. b A.-p.-Aufnahme PG paramedian frontal

Stirnhirn nachzuweisen, nur in 16 Fällen über dem Scheitellhirn, wobei sie in 8 Fällen gleichzeitig auch frontal und nur selten (8 Fälle = 17%) ausschließlich parietal beobachtet wurden; dagegen kommt eine isolierte frontale Luftfüllung von

PG in fast 63% (29 Fälle) vor. Die PG stellen sich gewöhnlich als rundliche und kreisförmige, seltener ovale, ei-, bohnen- oder halbmondförmige, meist scharf und regelmäßig begrenzte, homogene und mehr oder weniger kontrastreiche, gelegent-



a



b

Abb. 2. Morbus Alzheimer. a Seitliche Übersichtsaufnahme PG frontal und parietal. Mäßiger Hydrocephalus internus und externus. b P.a.-Projektion. PG paramedian

lich auch in sich gekammerte und mehr traubenförmige, polygonale und verzogen wirkende Luftinseln dar, die typischerweise etwa Kirschgröße, nicht selten aber auch nur Erbs- oder Getreidekorngröße besitzen. Die Begrenzung der Aufhellungsfiguren, die sich auf den hinterhaupt- bzw. stirnanliegenden Aufnahmen sowohl im

sagittalen (a. p.- und p. a.-Bild) wie im horizontalen Strahlengang (seitliches Vorderhorn- und Hinterhornbild) sowie auf den seitlichen Übersichtsaufnahmen (rechte oder linke Schädelseite plattenanliegend) mehr oder weniger deutlich abbilden können, ist zum Teil nur nach oben hin, oft entsprechend einer im Leerbild nachweisbaren Randsklerose der Pacchionischen Grübchen, scharf und deutlich, während nach unten hin keine klar sich abhebende, regelmäßige und an Kreisbogenlinien sich annähernde Grenzkontur zu erkennen ist. Nur in etwa der Hälfte unseres Materials findet man auf den Schädel-Leeraufnahmen an der Stelle der im LEG

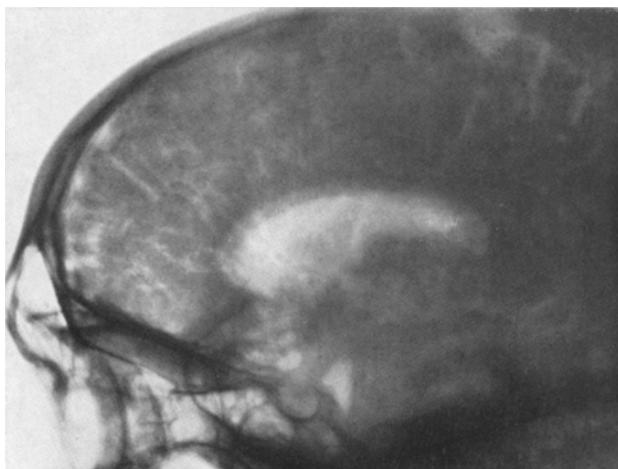


Abb. 3. Traumatische Hirnschädigung. Horizontales Vorderhornbild. Kirschgroße PG zentral parasagittal

nachweisbaren PG deutlich dargestellte Pacchionische Grübchen (siehe Abb. 4b), bei den anderen Fällen lassen sich die fingerkuppenartigen Luftplaques nicht sicher mit Pacchionischen Grübchen der entsprechenden Projektionen der Leeraufnahmen identifizieren.

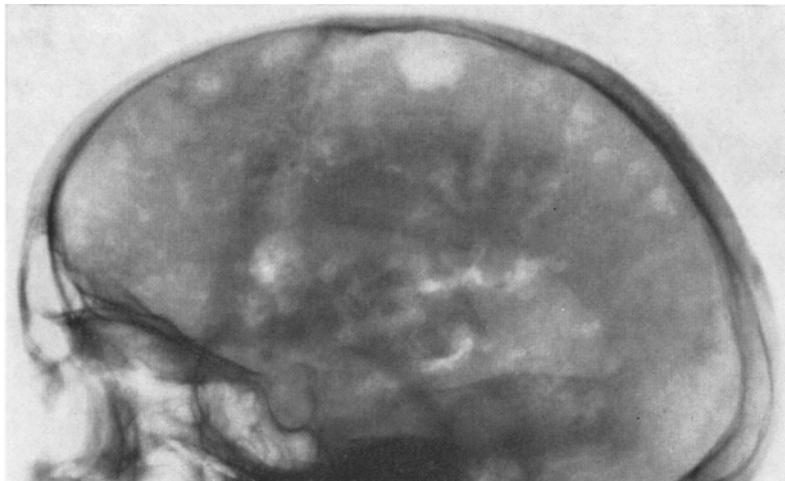
Zur Veranschaulichung des in Frage stehenden Befundes einer Arachnoidalzottenfüllung im LEG bringen wir im folgenden Reproduktionen von Röntgenogrammen einiger hierher gehöriger Beobachtungen.

Fall 1. 68jähriger Mann. Ausgeprägte Demenz bei cerebraler Arteriosklerose. Im LEG bei spärlicher Oberflächenzeichnung mäßiger Hydrocephalus internus und (nach den seitlichen Übersichtsaufnahmen) auch externus. Mehrere knapp pfenniggroße PG, hochfrontal im horizontalen Vorderhornbild (Abb. 1a) und paramedian auf der a. p.-Aufnahme (Abb. 1b) sowie auf allen übrigen Projektionen.

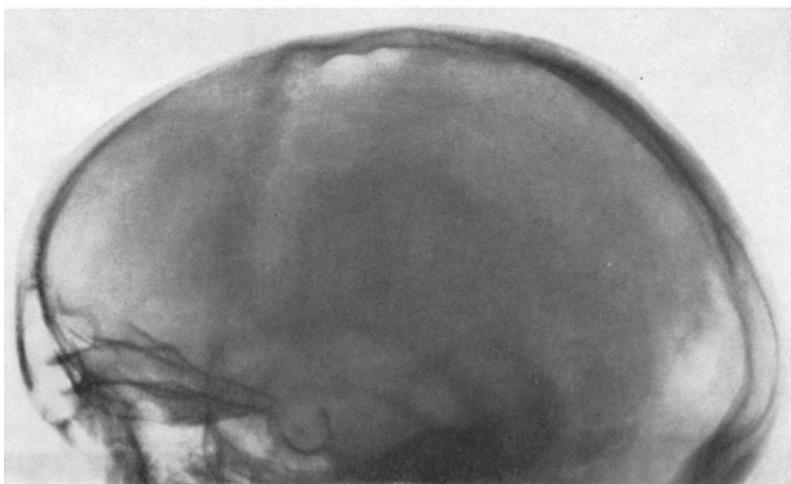
Fall 2. 53jähriger Pat. mit seit einigen Jahren bestehendem dementiellem Abbau. Klinische Diagnose: primärer hirnatriphischer Prozeß, Morbus Alzheimer. Im LEG mäßiger Hydrocephalus externus und internus. Man sieht luftgefüllte, erbs- bis kirschgroße Granula meningica paramedian frontal und parietal auf der seitlichen Übersichtsaufnahme (Abb. 2a) und im p. a.-Bild (Abb. 2b).

Fall 3. 32jähriger Mann, Zustand nach Contusio cerebri mit traumatischer Epilepsie und organischer Wesensveränderung. Im LEG mäßige isolierte Erweiterung des 3. Ventrikels. Über dem Scheitelhirn im horizontalen Vorder- und Hinterhornbild (Abb. 3), sowie auf der p. a.-Aufnahme rechts parasagittal kirschgroße PG, die früher als „Cystenbildung im Bereich der Mantelkante“ angesprochen worden war.

Fall 4. 57jährige Frau mit arteriosklerotischer Demenz. Das LEG zeigt bei einem mäßigen Hydrocephalus externus über der Stirn- und Zentralregion para-sagittal erbs- bis kirschgroße PG. Man sieht auf der rechtsanliegenden Übersichts-



a



b

Abb. 4. Arteriosklerotische Demenz. a Seitliche Übersichtsaufnahme. Mehrere erbs- bis pfenniggroße PG frontal und zentral. Mäßiger Hydrocephalus externus. b Leeraufnahme. Foveolae granulares entsprechend den im LEG sich darstellenden PG hochfrontal

aufnahme (Abb. 4a) etwa zwei Querfinger hinter dem oberen Ende der Kranznaht eine kirschgroße Luftansammlung, im Leerbild (Abb. 4b) an entsprechender Stelle deutlich sich abzeichnende Pachionische Grübchen mit charakteristischer Rand-sklerose.

Fall 5. 48jährige Pat. mit genuiner Epilepsie. Im LEG kleines, dysplastisches Ventrikelsystem, Grenzbefund an der Hirnoberfläche sowie bis kirschgroße Pacchionische Granulationen in typischer Anordnung über dem Stirnhirn (siehe Abb. 5, horizontales Vorderhornbild).

Da PG im LEP nur sehr selten (3,6% unseres Materials) beobachtet werden, erhebt sich die Frage, ob und inwieweit ihre Kontrastmitteldarstellung von besonderen technischen Voraussetzungen, vom Vorhandensein atrophischer Veränderungen insbesondere an der Hirnrinde, oder von bestimmten klinischen Daten abhängt oder beeinflußt wird.

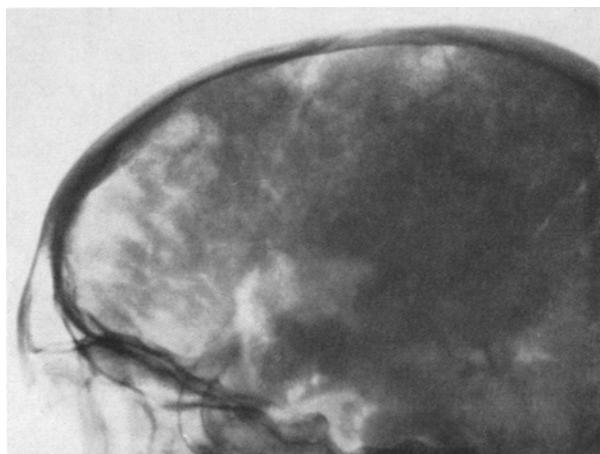


Abb. 5. Epilepsie. Seitliches Vorderhornbild. PG in typischer Anordnung frontal und zentral

Eine Beziehung zu bestimmten *technischen Bedingungen der Luftfüllung* läßt sich an unserem Untersuchungsgut nicht erkennen. Gasgefüllte PG können bei lumbaler und bei suboccipitaler Füllung, bei Austausch geringer oder größerer Luft-Liquormengen, bei der (zisternalen) Methode von SCHALTENBRAND (passive Aspiration ohne aktive Injektion von Luft) ebenso wie bei lumbaler Füllung nach BECKER und RADTKE vorkommen. Bei Luftfüllung mittels Lumbalpunktion wurde in der Mehrzahl unserer Fälle mit PG weniger als  $50 \text{ cm}^3$  Liquor entnommen, bei suboccipitaler Methode meist  $50-70 \text{ cm}^3$ . Ein gewisser Luftfüllungsgrad scheint, wie allgemein zur Darstellung der äußeren Liquorräume, auch für die Füllung der PG erforderlich zu sein. Wenn die Gasmenge nur für die Füllung des Ventrikelsystems ausreicht und kein Kontrastmittel an die Liquorräume der Hirnkonvexität gelangt, ist natürlich auch eine erste Vorbedingung für eine Darstellung von PG nicht erfüllt. In einem unserer Fälle waren denn auch bei einer ersten Encephalographie mit weniger ausgiebiger Füllung an inneren und äußeren Liquorräumen PG nicht zu erkennen, während sie auf einem kurze Zeit später mit größeren Luftpunkten an gefertigtem Kontroll-Encephalogramm deutlich in Erscheinung traten.

PG können jedoch auch bei spärlicher Luftfüllung der Subarachnoidalräume über der Hirnrinde zur Darstellung gelangen (siehe Abb. 1a). Sofern spätere Aufnahmen angefertigt wurden, waren 24—72 Std nach der Luftfüllung bei im übrigen mehr oder weniger weitgehender, nicht selten fast vollständiger Luftresorption an der Hirnoberfläche die PG noch gut zu erkennen.

Sichere Beziehungen zum übrigen *LEG-Befund an den inneren und insbesondere äußeren Liquorräumen* scheinen nicht zu bestehen, luftgefüllte PG trifft man zwar häufig, aber keineswegs regelmäßig in Verbindung mit einem *Hydrocephalus externus*, der in 23 von unseren 47 Fällen vorliegt. In 24 Fällen (51%) finden sich im LEG darstellbare PG ohne sichere Zeichen einer Rindenatrophie (Furchenverbreiterung ab 3 mm; siehe HUBER 1961). Der Befund von luftgefüllten PG als morphologisches Einzelsymptom besitzt demnach keine Bedeutung für den Nachweis von atrophischen Veränderungen im Sinne eines *Hydrocephalus externus*. Die Beobachtung, daß der Anteil von Patienten mit *Hydrocephalus externus* bei den 47 Fällen mit encephalographisch nachweisbaren PG mit 49% erheblich höher liegt als im Gesamtmaterial von 1296 Fällen (22,4%), scheint damit zusammenzuhängen, daß Patienten mit höherem Lebensalter und organischen Abbauprozessen (Arteriosklerose, andersartige, meist primäre hirnpathologische Prozesse) bei den Fällen mit PG häufiger vertreten sind als im Gesamtmaterial (siehe unten).

Als pathologisch anzusehende Veränderungen an den inneren Liquorräumen wurden seltener, nämlich an den Seitenventrikel und am 3. Ventrikel in je 17 der 47 Patienten mit PG beobachtet, pathologische Hirnluftbilder überhaupt bei 35 von 47 Fällen.

Hinsichtlich des *Lebensalters* fällt auf, daß die Mehrzahl der Patienten mit PG im LEG im 5. (17 Fälle) und im 6. (10 Fälle) Lebensjahrzehnt stehen, während die jüngeren Altersgruppen des 2. und 3. Dezenniums (je 3 Fälle) nur schwach, das 4. Dezennium schon stärker (8 Fälle) vertreten sind. Diese Altersverteilung scheint in Übereinstimmung mit der anatomischen Erfahrung zu stehen, daß die PG mit fortschreitendem Alter an Zahl und Größe zunehmen. Ähnlich scheinen die Verhältnisse hinsichtlich der *Geschlechtsverteilung* zu liegen. Die männlichen Patienten überwiegen in unserem Material gegenüber den Frauen stärker, als es im Gesamtmaterial der Fall ist; anatomisch sind die PG beim Weibe weniger entwickelt als beim Manne (SPALTEHOLZ).

Bei der Aufgliederung des Materials *nach klinischen Syndromen und Diagnosengruppen* zeigt sich zunächst, daß PG im Hirnluftbild am häufigsten bei cerebraler Arteriosklerose (10 Fälle) und Contusio cerebri (9 Fälle) sowie bei primären hirnpathologischen Prozessen (8 Fälle) zur Darstellung gelangen. Bezogen auf den Anteil der jeweiligen Diagnosengruppe am Ausgangsmaterial von 1296 Fällen ergibt sich, daß die hirn-

atrophischen Prozesse mit 11,2% vor dem chronischen Alkoholismus mit 9,4%, der Arteriosklerose mit 8,2% und den traumatischen Hirnschäden mit 6% am häufigsten vertreten sind, während alle übrigen klinischen Gruppen in weniger als 2—3% PG im Hirnluftbild erkennen lassen. Von unseren 47 Patienten mit luftgefüllten Granula meningica zeigen psychopathologisch 25 Fälle ein chronisches organisches Psychosyndrom im Sinne einer Persönlichkeitsveränderung (12 Fälle) oder Demenz (13 Fälle), das gewöhnlich auch mit einem im LEG nachweisbaren Hydrocephalus externus korreliert ist.

Die Frage, unter welchen besonderen Bedingungen die Luftfüllung der PG im LEP zustande kommt, läßt sich an Hand des vorliegenden Erfahrungsmaterials noch nicht mit ausreichender Sicherheit beantworten. Sicher ist nur, daß eine Kontrastmitteldarstellung der PG vorkommt, demnach angenommen werden darf, daß die Luft unter bestimmten Voraussetzungen aus dem Cavum leptomeningicum der Subarachnoidalräume der Hirnoberfläche durch die dünnen Stiele der Granula meningica in diese einzudringen vermag. Da anatomisch das Spatium leptomeningicum sich in die Pacchionischen Granulationen fortsetzt, konnte mit der Gasfüllung von PG im LEG von vornherein gerechnet werden. Eher überrascht, daß diese Möglichkeit so selten verwirklicht scheint, PG im LEG nur in 3,5% nachweisbar sind. Allerdings ist zu vermuten, daß bei der Pneumencephalographie tatsächlich weit häufiger eine Luftfüllung von PG eintritt, jedoch die gasgefüllten Arachnoidalzotten auf den Röntgenfilmen nicht mit Sicherheit als solche identifiziert werden können. Die an unserem Material erhobenen klinischen Daten scheinen ferner zugunsten der Annahme zu sprechen, daß mit der im höheren Lebensalter eintretenden Zunahme der Arachnoidalzotten an Größe und Zahl sich auch die Chancen ihrer Füllung mit Luft bei der Pneumencephalographie erhöhen.

### Zusammenfassung

Eine ausreichende, eine sichere Identifizierung erlaubende Luftfüllung von typischerweise parasagittal angeordneten und meist frontal, weniger häufig parietal lokalisierten *Pacchionischen Granulationen* (PG) im Pneumencephalogramm (LEG) ist ein seltenes Vorkommnis und wurde in 47 von 1296 Fällen des Heidelberger Materials (3,6%) beobachtet. Die als erbs- bis kirschgroße, mehr oder weniger kreisförmige und gewöhnlich ziemlich scharf und regelmäßig begrenzte Luftplaques sich darstellenden Granula meningica können Anlaß zu diagnostischen Irrtümern und Fehldeutungen im Sinne von umschriebenen (Cystenbildungen) oder diffusen Substanzverlusten (Hydrocephalus externus) im Bereich der Hirnrinde geben, die sich bei Kenntnis dieses nach seinen morphologischen Kriterien

abgrenzbaren und für sich allein nicht pathologisch zu wertenden Befundes vermeiden lassen. Die Arachnoidalzottenfüllung erlaubt keine diagnostischen Schlüsse, kommt bei normalem Gehirnbefund vor und gibt keine sicheren Hinweise auf das Bestehen von rindenatrophischen Veränderungen; nur in 49 bzw. 53% der Fälle mit im LEG nachweisbaren PG liegt ein Hydrocephalus externus bzw. ein psychoorganischer Abbau vor. Die Luftfüllung vom PG findet sich am häufigsten bei primären hirnatóphischen Prozessen, cerebraler Arteriosklerose und traumatischen Hirnschäden, ferner hinsichtlich des Lebensalters bei älteren Patienten im 5. und 6. Dezennium. Es scheint, daß mit fortschreitendem Lebensalter die PG an Größe und Zahl zunehmen und sich dann auch im LEG häufiger und deutlicher darstellen. Auch große luftgefüllte PG gehen nicht regelmäßig mit kraniographisch nachweisbaren Pacchionischen Grübchen einher.

### Literatur

- DAVIDOFF, L. M., and C. G. DYKE: The normal encephalogramm. 3rd. ed H. Kimp-ton. London 1951.
- FEREY, D., H. GUILLERM, STABERT, JAVALET, TUSSET et ASSICOT: Subdurale Luft im Scheitelbereich nach Luftencephalographien und Möglichkeiten ihrer Fehlinterpretation. Rev. neurol. **92**, 148 (1955).
- HUBER, G.: Zur Frage des sogenannten Hydrocephalus. Nervenarzt **29**, 229 (1958).
- HUBER, G.: Chronische Schizophrenie. Synopsis klinischer und neuroradiologischer Untersuchungen an defektschizophrenen Anstaltpatienten. Heidelberg: Dr. Hüthig 1961.
- HUBER, G.: Das Pneumencephalogramm bei Psychopathien und psychoreaktiven Störungen. Ein Beitrag zur Frage des „normalen“ Encephalogramms. Arch. Psychiat. Nervenkr. **202**, 234–243 (1961).
- KEHRER, H. E.: Der Hydrocephalus internus und externus. Seine klinische Diagnose und Therapie. Basel u. New York 1955.
- MAYER, E. G.: Diagnose und Differentialdiagnose in der Schädelröntgenologie. Wien 1959.
- NÜRNBERGER, S., u. G. SCHALTENBRAND: Messungen am Encephalogramm. Ein Beitrag zum Begriff des „normalen Encephalogramms“. Dtsch. Z. Nervenheilk. **174**, 1 (1955).
- SIEGLBAUER, F.: Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen, 5. Aufl. Berlin und Wien 1943.
- SPALTHEOLZ, W.: Handatlas der Anatomie des Menschen, 3. Bd., 14. Aufl. Leipzig 1940.
- WOLFF, F., u. L. BRINKMANN: Das normale Encephalogramm. Dtsch. Z. Nervenheilk. **151**, 1 (1940).

Priv. Dozent Dr. G. HUBER,  
Heidelberg, Psychiatrische und Neurolog. Klinik der Universität, Blumenstraße 8