

BEITRÄGE ZUR ENTSTEHUNG DER THYMOZYTEN

J. Vadász

(Eingegangen am 2. Oktober 1953)

Einleitung

Im Zusammenhang mit der Erforschung des RES taucht als grundlegend wichtiger Faktor die Frage der Genese der Zellarten im RES auf. Die Versuche zur Klärung und Beeinflussung der den Schutzapparat des Organismus bildenden RES-Funktion würden einen entschiedenen Ausgangspunkt und eine Richtung gewinnen, wenn wir uns über den Ursprung und die Umwandlung der in diese Gruppe gehörenden Zellarten und über den zeitlichen Ablauf dieser Prozesse sowie über die durch den Milieueinfluss verursachten Veränderungen ein klares Bild verschaffen könnten. Im Rahmen der in unserem Institut stattfindenden RES-Forschungen untersuchte ich mit Hilfe von Gewebekulturen und der Mikrokinematographie die Herkunft der Thymuszellen, d. h. der Thymozyten.

In Thymusschnitten und aus Thymus explantierten Gewebekulturen entdeckte Törő 1951 eine neue Form des Mechanismus der Zellvermehrung; er stellte fest, dass Thymozyten aus den Retikulum-Epithelzellen des Thymus auch durch »Neokariogenese« entstehen können. Für die »Neokariogenese« ist charakteristisch, dass im Protoplasma der Mutterzelle — unabhängig vom Zellkern — also nicht durch Endomitose oder Endoamitose — ein anderer Zellkern entsteht und sich eine neue Zelle entwickelt, welche dann aus dem Protoplasma der Mutterzelle ausgestossen wird.

Längere Zeit durchgeführte Reihenbeobachtungen an Thymusexplantaten überzeugten mich davon, dass die Entstehung der Thymozyten ausser durch Zellengeburt auch auf andere Weise vor sich gehen kann, da in den Thymusexplantaten nach 5—6 Passagen — wenn in entsprechenden Zeitabständen der Nährboden ausgetauscht wird — häufig in der Wachstumszone plötzlich in grosser Menge ganz kleine Zellen erscheinen, ohne dass sich in der Nähe Epithelzellen oder makrophagenartige Zellen befinden; diese sind demnach offensichtlich nicht nur durch Zellausstossung entstanden, sondern haben sich aus wesentlich grösseren Zellen des Thymus-Retikulums auf irgendeine andere Art entwickelt.

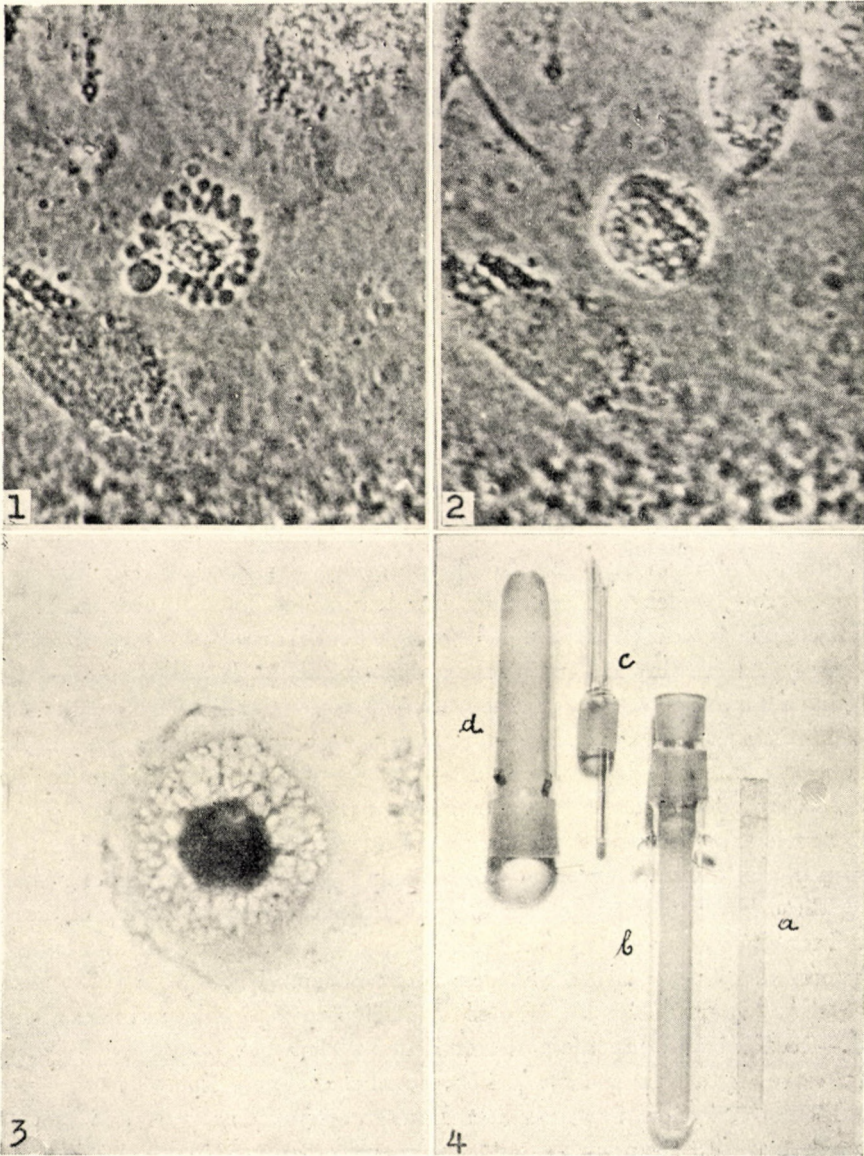
Es ergab sich daher die Frage, aus welchen Zellarten und auf welche Weise diese massenhaft erscheinenden kleinen Zellen entstehen und ob sie sich schliesslich zu Thymozyten entwickeln oder ob es sich lediglich um durch Einwirkung des nicht entsprechenden Milieus entstandene und zur Vernichtung verurteilte degenerative Formen handelt.

Technik

Die Untersuchung zytogenetischer Prozesse beansprucht im allgemeinen eine Gewebekulturtechnik, mit der die Gewebe — bei ständiger Möglichkeit der mikroskopischen Beobachtung — möglichst unter optimalen Verhältnissen Wochen und Monate am Leben erhalten werden können. Das für diesen Zweck bisher verwendete *Maximowsche* Verfahren kann für sich allein deshalb nicht mit Erfolg benutzt werden, weil selbst das 48—72stündliche Waschen den gleichmässigen Optimalzustand des Nährbodens nicht gewährleistet, ferner auch deshalb nicht, weil im Laufe der zahlreichen Auswaschungen während eines langdauernden Versuches der grösste Teil der Kulturen irgendeinem der fast unvermeidlichen technischen Fehler zum Opfer fällt. Hier sei aus eigenen Erfahrungen durch ein einziges Beispiel dargelegt, zu welchen irrtümlichen Folgerungen die (mit 48—72stündlichem Waschen verbundene) *Maximowsche* Kulturmethode führen kann: auf der Oberfläche der aus Abb. 1 ersichtlichen abgerundeten, aus einer 16tägigen *Maximowschen* Kultur stammenden Tymus-Retikulum-Epithelzellen heben sich zahlreiche Plasmafortsätze (Pseudopodien) hervor. Nachdem in der Metaphase der mitotischen Teilung andere Zellarten ein ganz ähnliches Bild aufweisen, ist es wahrscheinlich, dass es sich auch hier um sich teilende Zellen handelt. Bei mikrokineatographischer Untersuchung dieses Prozesses sehen wir dagegen anstelle der erwarteten Zweiteilung, dass die sehr rasche Veränderung der an der Oberfläche der abgerundeten Zellen entstehenden Pseudopodien mehrere Stunden dauert, sodann unerwartet aufhört und dass sich die Zelle in diesem Stadium zum Zeichen der eingetretenen Vernichtung gleichsam versteift (Abb. 2). Auf Abb. 3 sehen wir eine ähnliche Zelle in fixiertem und gefärbtem Zustand. Nach meinen Beobachtungen finden sich derartige im Teilungsstadium befindliche, sich aber nicht teilende Zellen in grosser Zahl ausschliesslich in Kulturen, in denen infolge des Sauerstoffmangels im Nährboden oder eines anderen störenden Umstandes (z. B. Oberflächenadsorption von Fremdstoffen, Farben oder Viren) im Oxygenstoffwechsel der Zellen ein Mangel zustande kam. Wenn wir nun beispielsweise in einer Kultur zahlreiche derartige Zellen finden und uns nicht darüber klar sind, dass es sich hierbei um einen ausgesprochen degenerativen und zur Vernichtung führenden Prozess handelt, so können wir einerseits aus den scheinbar zahlreichen Zellteilungen irrtümlich auf Virulenz und gesteigerte Zellaktivität folgern und andererseits gegebenenfalls die in den einzelnen Zellen sichtbaren zahlreichen Plasmafortsätze als »physiologische« Klasmatose bewerten.

Um derartige und ähnliche Irrtümer zu vermeiden und die Nachteile der Methode auszuschliessen, bin ich auf folgende Weise vorgegangen: Im ersten Stadium des Versuches habe ich — etwa 14 Tage lang — die von *Ványó* empfohlene Glimmerstreifen-Eprouvettenmethode mit 5tägigem Transplantieren in der Weise angewandt, dass die frische Waschflüssigkeit vor dem Umsetzen, in jedem Falle Sauerstoff bzw. Luftdurchströmung unterworfen wurde. Bei dem *Ványó'schen* Verfahren, das in der Literatur noch nicht beschrieben wurde, sind auf einem schmalen Glimmerstreifen in einen Plasmanährboden, der in die in der verschlossenen Röhre befindliche austauschbare Waschflüssigkeit eingetaucht ist, 5—6 Kulturen untergebracht (Abb. 4). In den in entsprechend geneigter Stellung gehaltenen Röhren bedeckt die Waschflüssigkeit die an der unteren Fläche des Glimmerstreifens befindlichen Kulturen vollständig. Im übrigen lassen sich diese Röhren auch in einer Drehvorrichtung (roller tube) unterbringen, wo die Versorgung der Zellen durch die in ständiger Bewegung befindliche Waschflüssigkeit noch besser gewährleistet ist. Durch Zerstückelung der Glimmerstreifen lassen sich diese Kulturen jederzeit einzeln zur mikroskopischen Beobachtung — wie bei den *Maximow*-Kulturen — auf hohle Objektträger übertragen.

Mit dieser Technik erreichte ich, dass die Waschflüssigkeit in den ersten 10—15 Tagen — diese Zeitspanne erwies sich bei Thymuskulturen vom Gesichtspunkt der Umwandlung der Retikulum-Epithelzellen gleichsam als Latenzzeit — nur 2—3mal ausgetauscht werden musste und so die Infektionsgefahr wesentlich herabgesetzt werden konnte. Ausserdem trat



- Abb. 1.* Thymusretikulum-Epithelzelle der Ratte in Gewebekultur. An der Zellenoberfläche rasch wechselnde Pseudopodien.
- Abb. 2.* Die auf Abb. 1 sichtbare Zelle zwei Stunden später. Die Zelle ist abgerundet und unbeweglich geworden.
- Abb. 3.* Eine der auf Abb. 2 dargestellte ähnliche Zelle im fixierten und gefärbten Präparat (Mai-Grünwald-Giemsa-Färbung).
- Abb. 4.* Vanyósche Züchtungsröhre; *a*) Glimmerstreifen, *b*) Glasröhre, oben mit doppelter Schliff, *c*) Glasstopfen mit doppelter Ableitung zum Austausch des Nährbodens, *d*) Verschlusskappe.

keine schädliche Einkonzentrierung ein, und infolge der grossen Menge der ständig anwesenden Waschflüssigkeit fand keine »Ermüdung« des Nährbodens statt, d. h. weder der Sauerstoffmangel noch die pH-Verschiebung war von solchem Ausmass, wie es bei Hängetroppkulturen vorzukommen pflegt. Inzwischen wurden zeitweise einzelne Kulturen von den Glimmerstreifen abgeschnitten und nach *Maximow* auf hohle Objektträger übertragen, wodurch ich das Ingangkommen der Umwandlungsprozesse während der ganzen Zeit nachzukontrollieren vermochte. Die auf diese Weise behandelten Thymuskulturen — deren Zellen im übrigen zur Degeneration neigen — wiesen auch nach 5wöchiger Züchtung weder im lebenden noch im gefärbten Zustand wahrnehmbare Degenerationserscheinungen auf.

Experimentelle Beobachtungen

Zur Züchtung wurden die Thymusdrüsen von jungen Ratten im Gewicht von 25—30 g benutzt; während der etwa 30 tägigen Züchtungsperiode konnte u. a. folgendes beobachtet werden :

Am 8.—10. Tage der Züchtung verschwinden sämtliche in das Explantat gelangten Thymozyten (d. h. sie werden ausgewaschen).

Während dieser Zeit beginnt — bereits am 5.—6. Tage — das intensive Wachstum des Retikulum-epithels. Das Wachstum erfolgt anfangs epithelmembranartig und weist wahrscheinlich infolge der Anwesenheit des gallertartigen Sekrets, welches die interzellulären Spalten des Thymus ausfüllt, ein synzytiales Bild auf (Abb. 5). Diese Epithelmembran dissoziiert innerhalb von einigen Tagen, ihre Zellen kriechen abgesondert im Nährboden auseinander, während sich auch in einem einzigen Blickfeld zahlreiche mitotische Zellteilungen beobachten lassen (Abb. 6). Hier sei erwähnt, dass sich in Fällen, wo die Kultur an Sauerstoffmangel leidet (in 10—12tägigen *Maximow*-Kulturen, hauptsächlich wenn die Zellen von einer Plasmaschicht bedeckt sind), tatsächlich als Synzytien erscheinende vielkernige Bildungen entwickeln (Abb. 7) und sich von diesen durch eigenartige Abschnürung einzelne Zellen ablösen (Abb. 8). Da ich diese Erscheinung nur in gefärbten Präparaten und nur in einigen Fällen beobachten konnte, vermag ich über das weitere Schicksal der sich vom Synzytium ablösenden Zellen weiteres nicht mitzuteilen.

Bei weiterer Beobachtung der dissoziierten Epithelmembranzellen fällt am 14.—16. Tage auf, dass die geteilten Zellen nicht wachsen und so im Vergleich zu den ersteren in sehr grosser Zahl wesentlich kleinere Zellen zu finden sind. Diese kleineren Zellen weisen kaum Bewegungserscheinungen auf und teilen sich nach etwa 48 Stunden — und zwar amitotisch — in zwei Teile. Dieser Teilungsprozess, der etwa als die erste Periode der Entwicklung der Thymozyten aus den Epithelzellen betrachtet werden kann, geht auf eine ungewöhnlich interessante Weise vor sich : der sich hell färbende, gewöhnlich bohnenförmige Kern wird von der im Zellprotoplasma erscheinenden, sich dunkel färbenden chromatinartigen Substanz zur Seite gedrückt (Abb. 9, May-Grünwald, Giemsa-Färbung) ; hiernach schnürt sich der Kern in zwei Teile ein (Abb. 10), gelangt auf die beiden gegensätzlichen Pole der Zelle (Abb. 11), und schliesslich teilt

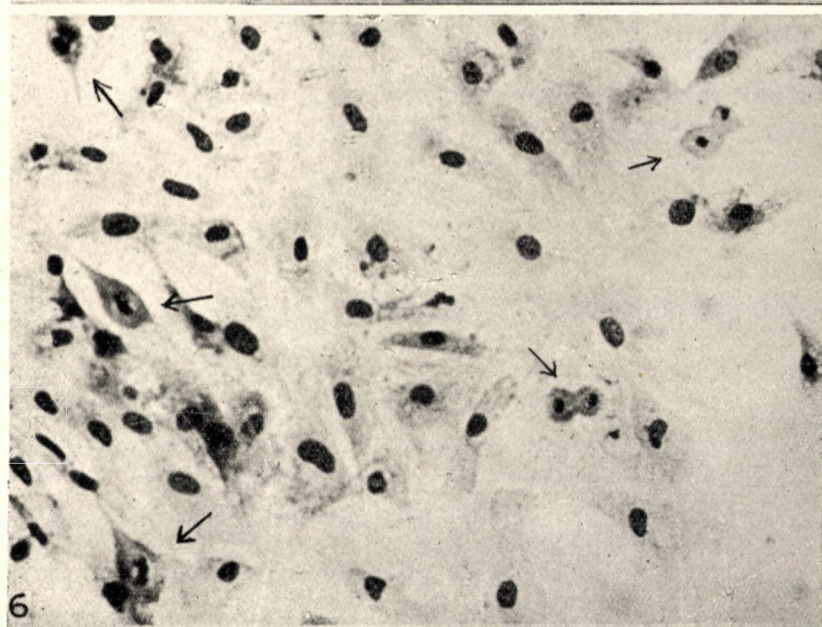
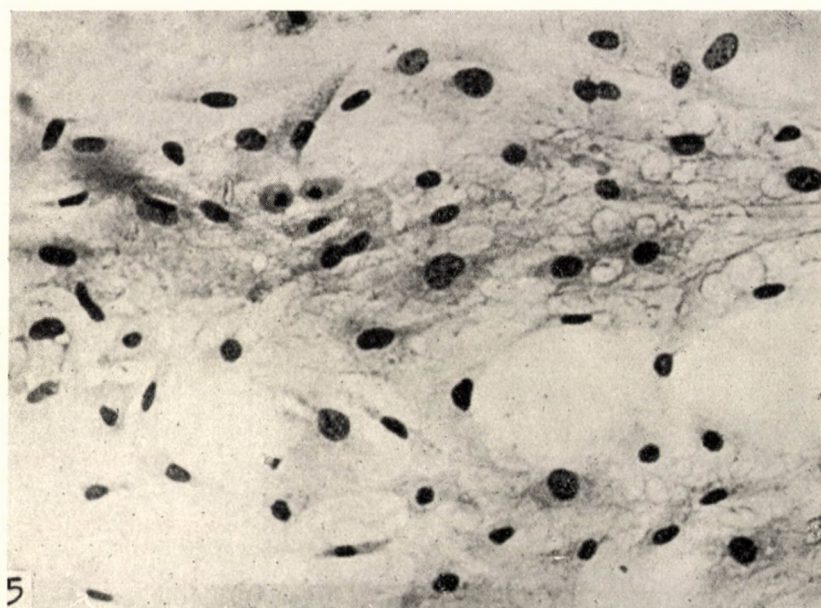


Abb. 5. Beginnendes Wachstum der Thymuskultur, Epithelzellenmembran von synzytiellem Charakter.

Abb. 6. Zwischen den Zellen der dissoziierten Epithelmembran sind zahlreiche Mitosen sichtbar.

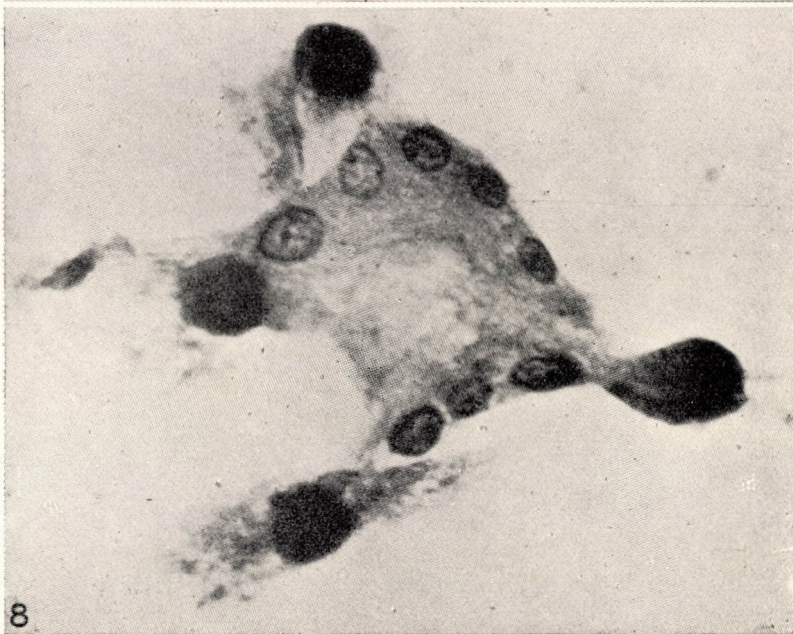
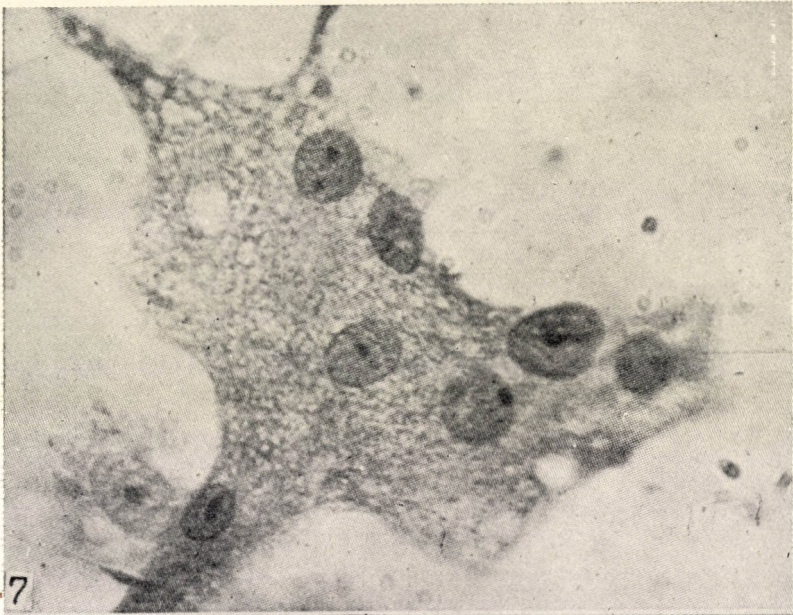


Abb. 7. Bei Sauerstoffmangel entwickeln sich aus der Epithelmembran synzytiumartige Bildungen.

Abb. 8. Einzelne Teile der aus Epithelmembran entstandenen polynukleären Bildung schnüren sich ab.

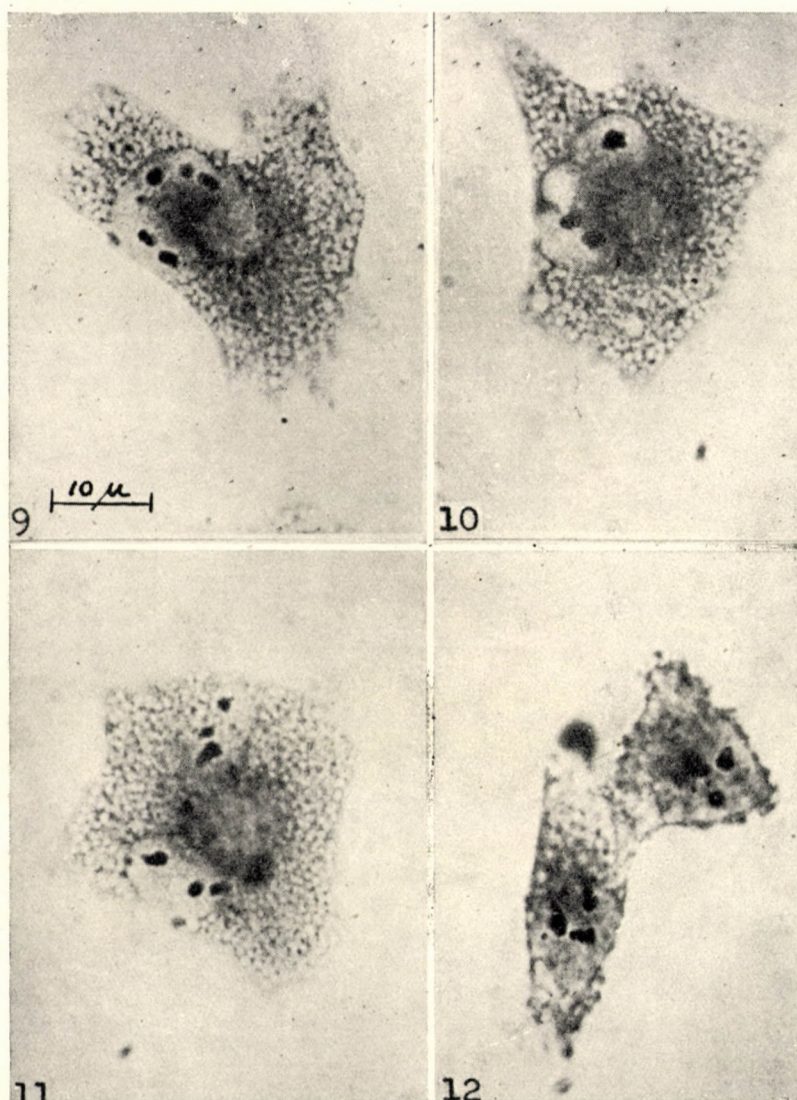


Abb. 9. Amitotische Teilung der aus dem Retikulumepithel stammenden kleinen Zelle. Der bohnenförmige Kern rückt zur Seite.

Abb. 10. Zweiteilung des Zellkerns.

Abb. 11. Der geteilte Zellkern gelangt an die entgegengesetzten Pole der Zelle.

Abb. 12. Zweiteilung der Zelle.

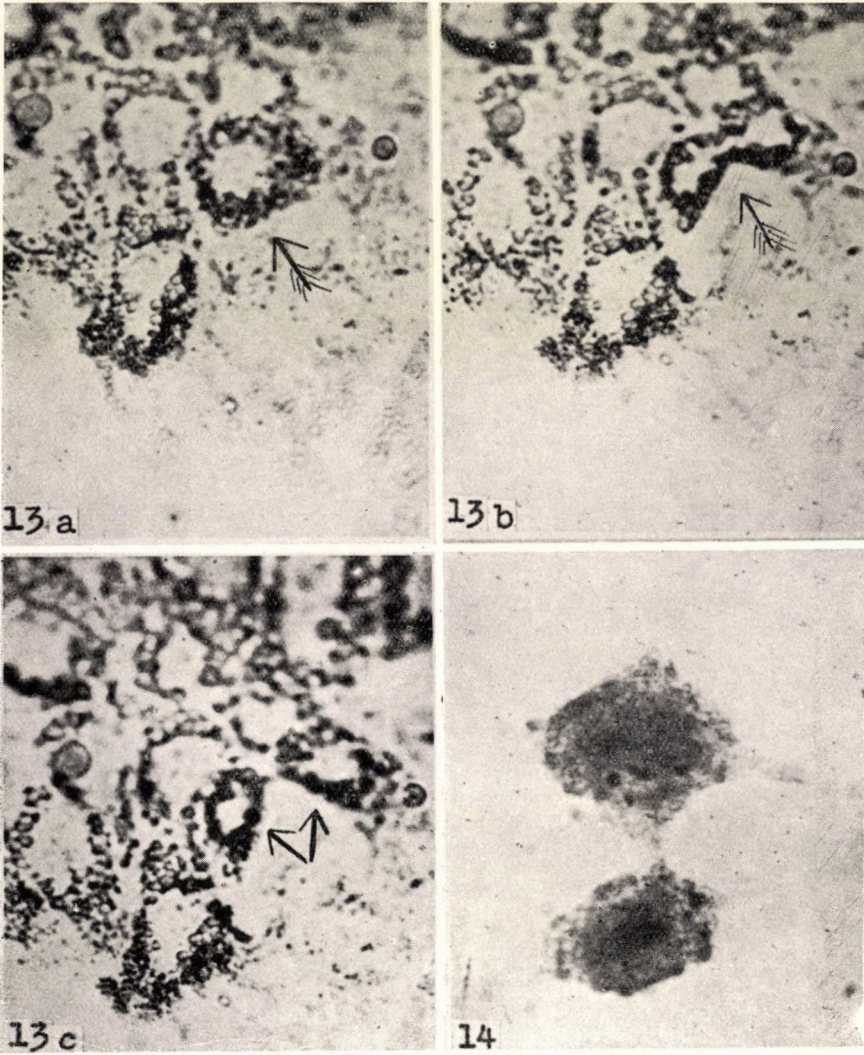


Abb. 13. a, b, c; Bilder aus dem Film über den amitotischen Teilungsprozess. Das Plasma der Zellen ist mit Tusche gefüllt.

Abb. 14. Nach der amitotischen Teilung verschmilzt in den entstandenen Tochterzellen der Zellkern mit der im Plasma erscheinenden, dunkelgefärbten chromatinartigen Substanz.

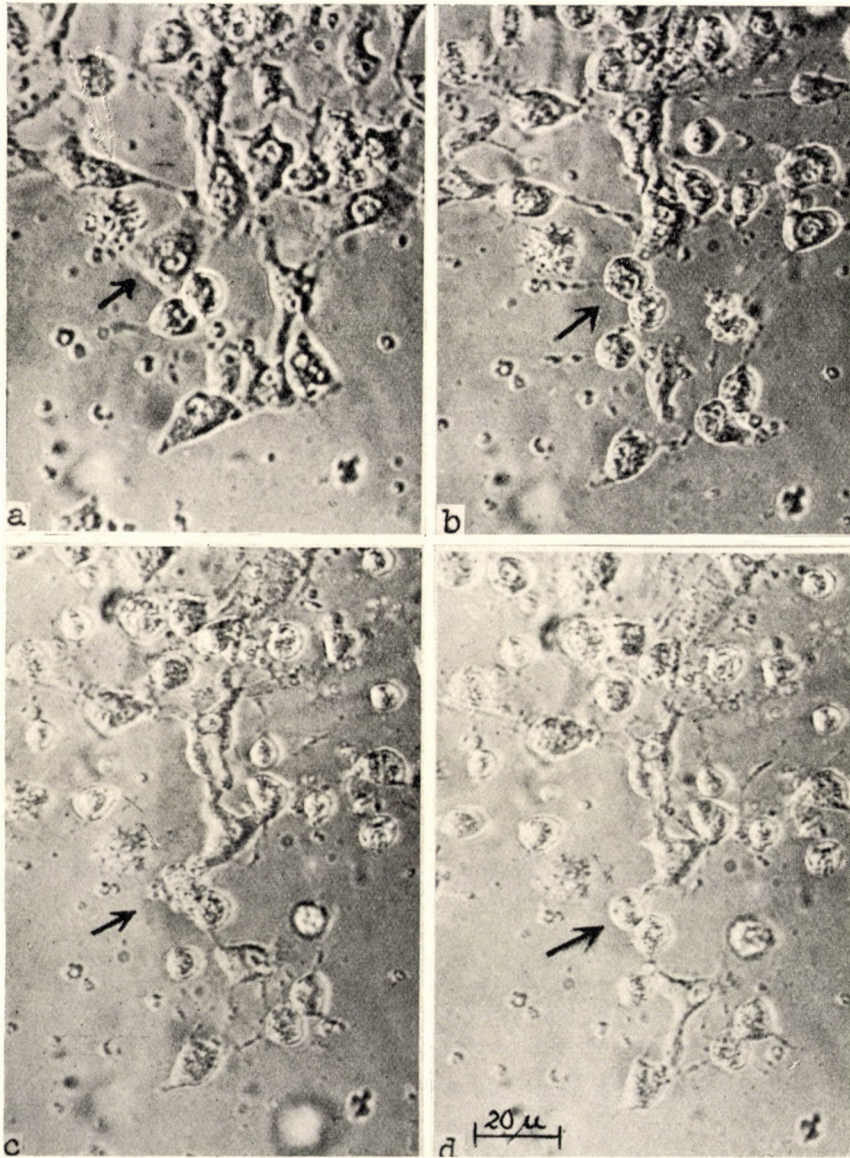


Abb. 15. Einzelne Bilder aus dem Film über die letzte Entstehungsperiode der Thymozyten: *a)* Die mit Pfeil bezeichnete Zelle befindet sich in der auf die amitotische Teilung folgenden Ruheperiode; *b)* die Zelle ist abgerundet; *c)* die Zelle weist sehr rasche pseudopodienartige Oberflächenbewegungen auf; *d)* wiederholte Abrundung, d. h. die endgültige Bildung der Thymozyten.

sich die ganze Zelle in zwei Teile (Abb. 12). Diese amitotische Teilung mikrokineematographisch in überzeugender Weise zu fixieren, ist sehr schwer, da die Zellkernstruktur im Hängetropfen selbst auf der Phasenkontrastaufnahme nicht genügend zu sehen ist. Trotzdem gelang es mir, von der amitotischen Teilung ein annehmbares Bild zu gewinnen: die Zellen der dissoziierten Epithelmembran besitzen nämlich die Fähigkeit, Tusche zu speichern. (Hier sei darauf

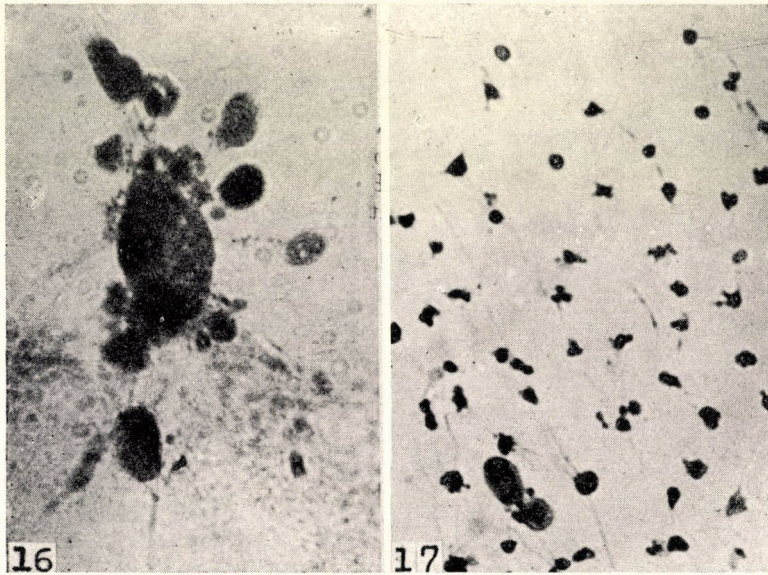


Abb. 16. Eine in dem auf Abb. 15/c sichtbaren Stadium fixierte und gefärbte Zelle.
Abb. 17. Der in der Proliferationszone an einer grösseren Zellgruppe gleichzeitig eintretende Umgestaltungsprozess im gefärbten Präparat.

hingewiesen, dass ich die Beobachtung der Umwandlungsprozesse ohne jeden Eingriff ausführte und lediglich in diesem einzigen Falle Tusche benutzte.) Die Tusche wird im Protoplasma der Zelle aufgespeichert, während der Kern — als helles Gebiet — sich in der Mitte befindet. Auf den Abbildungen 13/a, 13/b und 13/c sind die Teilungsphasen einer derartigen tuschespeichernden Zelle dargestellt. In Verbindung mit dem Teilungsprozess findet die bei den Mitosen beobachtete Abrundung nicht statt, und wir sehen keinerlei Anzeichen dafür, dass sich im Zellkern eine strukturelle Veränderung, eine Chromosomentwicklung abspielen würde; vielmehr schnürt sich die im Nährboden kriechende Zelle sozusagen »unterwegs« ein und teilt sich in zwei Teile. Nach der Teilung bewegen sich die entstandenen Tochterzellen eine Zeitlang lebhaft, dann setzen sie sich und hören auf, im Nährboden herumzukriechen. Während dieser neuen Ruheperiode verschmelzen der Zellkern

und die Kernchen mit der im Protoplasma befindlichen — oben erwähnten — chromatinartigen Substanz (Abb. 14).

Später, etwa 10–12 Stunden nach der amitotischen Zweiteilung der kleinen Zellen, tritt die letzte Phase der Umwandlung ein. Die im Ruhezustand befindliche (auf Abb. 15 mit einem Pfeil bezeichnete) Zelle rundet sich erst ab (Abb. 15/b) und weist dann plötzlich die — bei den mitotischen Zellteilungen beobachteten — sehr raschen Oberflächenspannungsveränderungen auf (Abb. 15/c) und führt so lebhaft pseudopodienartige Bewegungen aus, dass von der in dieser Phase fixierten und gefärbten Zelle leicht angenommen werden könnte, es handle sich um eine ausgeprägte Klamatose (Abb. 16).

Etwa nach 4 Minuten hört diese lebhaft Bewegung auf, die Zelle rundet sich erneut ab, und die vorher noch stark granuliert kleine Zelle mit homogenem Refraktionskern entwickelt sich zu einer den Thymozyten vollkommen ähnlichen Zelle (Abb. 15/d). Für diesen Prozess ist charakteristisch, dass er nicht nur in einzelnen Zellen, sondern in ganzen Zellgruppen fast auf einmal vor sich geht, wie ich dies auf den aus Abb. 15 ersichtlichen kinematographischen Aufnahmen fixieren konnte. Die mit einer geringen Vergrößerung aufgenommene Abb. 17 stammt von einer fixierten und gefärbten Kultur in der letzten Periode der Umwandlung. Auf dieser ist ebenfalls gut sichtbar, dass eine ganze Gruppe dieser kleinen Zellen diese bei den Zellteilungen beobachtete und der Klamatose ähnliche Erscheinung, die — wie auch aus den Filmaufnahmen ersichtlich — bei den einzelnen Zellen innerhalb von etwa 4 Minuten zum Ablauf gelangte, auf einmal aufweist.

Falls der Nährboden aus irgend einem Grunde nicht vollwertig ist (wahrscheinlich wegen Sauerstoffmangel, Einkonzentrierung oder pH-Verschiebung), so bleibt der Umwandlungsprozess bei der Entwicklung der kleinen Zellen, d. h. in dem auf die mitotische Teilung der Retikulum-Epithelzellen folgenden Stadium stehen. In diesem Fall werden diese Zellen, die als Übergangsformen bezeichnet werden können, unbeweglich, verlieren langsam ihre Färbungsfähigkeit und gehen zugrunde. In derartigen Fällen finden wir in der ganzen Proliferationszone der Kultur zahlreiche, sich sehr schlecht oder überhaupt nicht färbende, verklebte, jedoch nicht abgerundete kleine Zellen.

Diskussion

Wenn auch die vorliegenden, auf die Thymuszellenarten bezüglichen und vorstehend zusammengefassten Beobachtungen an Gewebekulturen gewonnen wurden, bin ich doch der Meinung, dass aus diesen auf die sich in vivo abspielenden Prozesse gewisse Folgerungen gezogen werden können. Hierbei denke ich in erster Linie an den sehr interessanten Umwandlungsprozess, der von den Epithelzellen im Retikulum des Thymus ausgeht und zur Entwicklung der

Thymozyten führt. Der grösste Teil der diesbezüglichen Literaturangaben stimmt darin überein, dass die Thymozyten aus den Epithelzellen des Thymus-Retikulums stammen, doch mit Ausnahme von *Törő* — der den von ihm entdeckten »Zellengeburts«-Mechanismus in Verbindung mit der Entstehung der Thymozyten behandelte — hat kein einziger Autor eine ausführliche Beschreibung des Prozesses veröffentlicht. Der Mangel, der in dieser Beziehung in den einschlägigen Veröffentlichungen festzustellen ist, stammt offensichtlich daher, dass die Autoren ihre Schlussfolgerungen lediglich von fixierten und gefärbten Präparaten gezogen haben. *Murray* war der einzige, der seine Beobachtungen gleichfalls an Gewebekulturen und mittels Mikrokinematographie durchführte, doch auch er stellt nur soviel fest, dass die Thymozyten aus Epithelzellen durch Teilung entstehen.

Bei dem von mir beobachteten Umgestaltungsprozess war die Kürze der Zeit auffallend, innerhalb welcher sich die Epithelzellen zu Thymozyten verwandeln. Wenn dieser Prozess in der Gewebekultur — in der von seiten des Organismus in vivo vorhandene, die Umwandlung stimulierende Impulse offenbar fehlen — etwa 12 Stunden dauert, so erscheint es sehr wahrscheinlich, dass dieser Prozess im Organismus noch in viel kürzerer Zeit vor sich geht.

Vergleichen wir meine Beobachtungen mit der Feststellung von *Törő*, dass sich die Epithelzellen unter gewissen Umständen zu Makrophagen entwickeln (was auch ich beobachtete), so erscheint es als erwiesen, dass gewisse Zellen des entwickelten Organismus über eine Art von Pluripotenz verfügen und sich den augenblicklichen Ansprüchen des Organismus entsprechend zu verschiedenen Zellarten umzugestalten vermögen, und zwar innerhalb ganz kurzer Zeit. Dasselbe beweisen im übrigen auch meine früheren Beobachtungen (7), laut welchen sich in der aus Leber explantierten Gewebekultur die Zellen des Leberparenchyms mobilisieren, Speicherkapazität aufnehmen und sich ganz zu makrophagenähnlichen Zellen entwickeln.

Die Ursache der in der letzten Phase des Entwicklungsprozesses der Thymozyten beobachteten raschen pseudopodialen Bewegung sehe ich darin, dass die Zellen hier zum Umwandlungsprozess wahrscheinlich einer grösseren Menge Sauerstoff bedürfen. Die Aufnahme der grösseren Menge Sauerstoff aus der Umgebung erreicht die Zelle jedoch dadurch, dass sie ihre Oberfläche durch Hinausschicken von Plasmafortsätzen wesentlich vergrössert. Diese Annahme wird im übrigen durch folgende Tatsachen unterstützt: Bei anderen Umgestaltungsprozessen — wie z. B. bei der Umwandlung der Epithelzellen zu Makrophagen, ebenso bei ihrer Zellteilung — lassen sich die gleichen Bewegungsphänomene beobachten. Diese pseudopodialen Bewegungsphänomene werden wesentlich geringer, wenn der Nährboden mehr Sauerstoff enthält; dagegen sind sie gesteigert und dauern lange Zeit — ganz bis zur Vernichtung der Zelle — in dem Falle, wenn der Nährboden keine entsprechende Menge Sauerstoff enthält, d. h. wenn auch die bedeutende Oberflächenvermehrung für den sich abspielenden

— anspruchsvolleren — Lebensprozess nicht genügend Sauerstoff zu sichern vermag.

Aus den Verhältnissen, die bei der Bildung der Riesenzellen in der Gewebekultur beobachtet werden können, muss der Schluss gezogen werden, dass diese sich aus dem Retikulum dann entwickeln, wenn wegen der grossen Masse der im Inneren des Organs aufgespeicherten (überproduzierten) Lymphzellen die Sauerstoffversorgung des retikulären Gewebes — im Thymus der zur Umwandlung bereiten Epithelzellen — unzureichend ist.

Zusammenfassung

In den aus Thymus explantierten Gewebekulturen konnte die durch Teilung erfolgte Entwicklung der Thymozyten aus den Epithelzellen des Retikulums in allen Einzelheiten beobachtet werden. Ausser dem von Törő mitgeteilten »Zellengeburt«-Mechanismus gibt es demnach auch eine andere Entwicklungsart der Thymozyten. Diese Entwicklung geschieht in der Weise, dass sich die Epithelzellen des Thymusretikulums zuerst mitotisch und sodann amitotisch in kleine Zellen teilen und diese kleinen Zellen — durch einen eigenartigen Umwandlungsprozess — sich schliesslich zu Thymozyten umgestalten.

Auf mikrokinematographischen Aufnahmen konnten sämtliche Phasen der Umwandlung festgehalten werden. Der amitotische Teilungsprozess lässt sich selbst auf den gefärbten Präparaten einwandfrei erkennen, so dass es gelungen sein dürfte, im vorstehenden von der Entstehung der Thymozyten aus Epithelzellen durch Teilung ein getreues Bild zu vermitteln.

Abschliessend sei betont, dass die Feststellungen sowohl Törő's als auch zahlreicher anderer Forscher und auch meine eigenen Beobachtungen unbestreitbar beweisen, dass die Thymozyten aus den Epithelzellen des Thymusretikulums stammen, d. h. — wie dies auch Törő betonte — nicht mesenchymaler Herkunft sind wie die Lymphozyten.

LITERATUR

1. Hammar, J. A. (1905) Zur Histogenese und Involution der Thymusdrüse. *Anat. Anz.* 27.
2. Maximow, A. A.: (1932) Untersuchungen über Blut und Bindegewebe und über die embryonale Entwicklung des Thymus bei Selachieren. 1912. *Arch. f. Mikr. Anat.* 80.
3. Murray, R. G.: (1947) Pure cultures of rabbit thymus epithelium. *Amer. Journal of Anat.* V. 81. No. 9.
4. Tschassownikow, N.: (1927) Über die in vitro Kulturen des Thymus. *Arch. f. exper. Zellforsch.* 3.
5. Törő, I.: (1953) Über eine neue Form des Zellvermehrungsmechanismus. *Acta Morph. Hung.* II. 4. 363.
6. Vadász, J.: (1952) Rejuvenation of cell-generations in tissue culture. *Acta Morph. Hung.* I. 3. 327.
7. Vadász, J.: (1950) Investigations of the cell-physiology of the liver in connection with the reticuloendothelial system. (Fortsetzung) *Acta Morph. Hung.* I. 3. 431.

О ВОЗНИКНОВЕНИИ ТИМОЦИТОВ
(МАКРОКИНЕМАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ)

Я. Вадас

Резюме

Автор стремился подробно выяснить исследованиями, проведенными при помощи микрокинематографии и тканевой культуры, каким образом возникают тимоциты в тканевых культурах путем деления из эпителиальных клеток ретикулярной ткани зубной железы.

На культурах зубной железы, сохраненных в живых соответствующей техникой культивирования в течение продолжительного времени, автору удалось наблюдать следующее: эпителиальные клетки ретикулярной ткани зубной железы делятся вначале митотически на более мелкие клетки. Эти мелкие клетки, — без значительного роста, — делятся амитотически на еще более мелкие клетки, которые затем преобразовываются своеобразным внутренним процессом в тимоциты.

Автору удалось фиксировать при помощи микрокинематографической съемки все фазы процесса преобразования, и таким образом можно считать доказанным, что тимоциты происходят из эпителиальных клеток ретикулы зубной железы, а не, подобно лимфоцитам, из мезенхимы.