

Z-138810

Ako zl 2023 nr 532

L. inv. 518

Extrait du Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie.
Avril 1900.

MUZEUM HISTORYCZNE

dla

Wydziału lekarskiego Uniw. Jag.

18. — E. GODLEWSKI (jun.) O rozmnażaniu jąder w mięśniach prążkowanych zwierząt kręgowych. (*Ueber die Kernvermehrung in den quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere*). (Vorl. Mittheilung). Vorgelegt am 5. März 1900.

In der Absicht die Kernvermehrung in den quergestreiften Muskelfasern der Wirbelthiere während der ontogenetischen, sowie postembryonalen Entwicklung kennen zu lernen, hat der Verfasser bisher die quergestreiften Muskelfasern von älteren Embryonen und neugeborenen Meerschweinchen und Mäusen, sowie die Muskelfasern der Salamanderlarven als Untersuchungsobject gewählt. Der Verfasser hat dabei folgende Untersuchungsmethode angewandt. Von den der Gebärmutter entnommenen Embryonen oder narkotisierten neugeborenen Individuen wurden die Exträmitäten in toto in Fixierungsflüssigkeit (Perennyisches Gemisch, oder concentrirte Sublimatlösung mit Zusatz von 2% Eisessig) gebracht. Während die Stücke durch Alkohole von allmählich ansteigender Concentration durchgeführt

wurden, wurden erst kleine Stücke von Muskeln von den Knochen abgetrennt; auf diese Weise vermeidet man einen stärkeren Grad von Contraction der Muskelfasern. Die in Paraffin eingebetteten Präparate wurden in länglicher querer und schräger Richtung geschnitten (5 μ Schnittdicke). Zur Färbung diente dem Verfasser theilweise Thionin, hauptsächlich jedoch das M. Heidenhainsche Eisenhämatoxylin-Verfahren mit Nachfärbung mittelst Bordeaux R oder Eosin, welches die schönsten Bilder lieferte.

Die ruhenden Kerne der Muskelzellen der Embryonen, Larven und neugeborenen Thiere können ihrer Lage nach, in innen und randständige Kerne getheilt werden. Sie liegen vereinzelt oder in Reihen. Das Chromatin der Kerne ist in einer dünnen Schichte an der Kernperipherie ausgebreitet und im Inneren desselben sind kleine Chromatinbrocken zerstreut. Auf günstigen Durchschnitten ist auch ein Kernkörperchen wahrnehmbar, welches in den vorliegenden Präparaten exquisit roth tingiert erscheint, so dass ein schöner Kontrast zwischen brillant rothen Nucleolen und den blau gefärbten Chromatinbrocken zu sehen ist. In den Kernkörperchen sind oft kleine runde Vacuolen zu bemerken (Fig. 1.). Sie liegen randständig im Kernkörperchen, aber manchmal sind sie auch im Centrum des Nucleolus zu treffen.

Die Kerne zeichnen sich durch grosse Elasticität aus, was in Anbetracht der Natur des Muskelgewebes von vornhin zu erwarten war; der beste Beweis hierfür, wird durch Präparate geliefert, welche von Muskeln angefertigt wurden, die vom Knochen vor der Fixierung abgetrennt wurden und deshalb sich in hohem Grade contrahiert haben. Zufolge der Contraction nehmen die länglich ovalen Kerne eine runde oder platte, d. h. in querer Richtung ovale Formen an. Auch sieht man öfters gegenseitige Eindrücke von nebeneinander liegenden Kernen, wie dies z. B. in der. Fig. 11. ersichtlich ist.

Die Kernvermehrung in den quergestreiften Muskelfasern erfolgt nach Verfassers Untersuchungen durch karyokinetische und amitotische resp. fragmentative Prozesse. Während der

Verfasser sich die ausführliche Besprechung der Literatur für die spätere ausführliche Arbeit vorbehält, möchte er hervorheben, dass über die Mitose und ihren Verlauf in den quergestreiften Muskelfasern wenig bekannt ist.

Nicolaides¹⁾ behauptet: „im ganz jugendlichen Alter wächst die Muskelfaser der Breite nach viel mehr als später. Sehr interessant ist nur, dass ich gerade in dieser Zeit die meisten karyokinetischen Figuren finde“. von Kölliker²⁾ hat in seinem Lehrbuch der Gewebelehre einige mitotische Figuren in quergestreiften Muskelfasern von Siredonlarven abgebildet. Morpurgo³⁾ ist der Meinung: „die Neubildung derselben (der Fasern der Skelettmuskel) ist von einem mitotischen Kerntheilungsprocesse an noch wenig differenzierten Elementen eingeleitet“. Fast derselben Meinung sind Galeotti und Levi⁴⁾, welche die Regenerationsprocesse des quergestreiften Gewebes untersuchten. Sie äussern sich folgendermassen: „Wenn dann die jungen Muskelfasern die Querstreifung angenommen haben, haben wir keine Erscheinungen von Mitose mehr wahrnehmen können“.

Die embryonalen Muskelfasern, welche der Untersuchung des Verfassers zu Grunde lagen, waren schon ausgesprochen differenziert und die Querstreifung aufs Deutlichste sichtbar. In diesen Muskelfasern sind die einzelnen Phasen des karyokinetischen Processes sehr oft zu sehen. Der Verfasser hat alle Stadien der Mitose sowohl in den innenständigen, wie auch in den bereits randständigen Kernen beobachtet. Wenn sich der ruhende Kern der Muskelzelle zur Theilung anschickt, kann man zuerst die Zunahme

¹⁾ Nicolaides R. Ueber die karyokinetischen Erscheinungen der Muskelkörper während des Wachsthums der quergestreiften Muskeln. Arch. f. Anat. und Physiol. 1883.

²⁾ A. von Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen Leipzig. 1889.

³⁾ Morpurgo: Ueber die postembryonale Entwicklung der quergestreiften Muskeln von weissen Ratten. Anat. Anz. Bd. 15.

⁴⁾ Galeotti G. und Levi G.: Beitrag zur Kenntniss der Regeneration der quergestreiften Muskelfasern. Beitr. zur pathol. Anat. B. 14.

an Grösse, sodann die Verdeutlichung des chromatischen Gerüsts (Fig. 2) und das Verschwinden der Nucleolen feststellen. In der nächsten Umgebung des Kernes treten auch im Protoplasma Strukturveränderungen ein. Die dem Kern nächst gelegenen Fibrillen der Muskelfaser gehen ein wenig auseinander, unmittelbar um den Kern herum sammelt sich ein, durch sein helleres Aussehen sich auszeichnendes, flüssiges Plasma an, so dass der Kern gewissermassen in eine hellere Vacuole zu liegen kommt. Wenn an den randständigen Kernen der mitotische Process beginnt, heben sich dieselben sammt dem sie umgebenden protoplasmatischen Saume von der Oberfläche der Muskelfaser ab (Fig. 4.). Der Verfasser hat sein besonderes Augenmerk auf die Centrosomen gerichtet, da er in bisheriger Literatur keine Erwähnung der Centrosomen im differenzierten quergestreiften Muskelgewebe gefunden hat.

Im Knäuelstadium (Fig. 2.) hat der Verfasser an der Seite des Kernes in etwas schiefer Stellung den Centralkörper sehen können. Ganz typische Merkmale weist die mitotische Figur im Muttersternstadium auf (Fig. 3 und 4). Zu beiden Seiten der zur Aequatorialplatte angeordneten Chromosomen, sieht man zwei deutliche Kegel achromatischer Fäden. An beiden Polen der mitotischen Figur kommen bei Heidenhainscher Färbung deutliche, runde, schwarze Centralkörper zum Vorschein und von ihnen geht sogar eine typische Polstrahlung nach allen Seiten aus.

Auf's Deutlichste sind die Centrosomen auch im Diasterstadium zu sehen. Die Chromatinmassen und die Centralspindel sammt ihren Centrosomen liegen während des Diasterstadium's anfangs in einer Achse; es treten aber bald Veränderungen ein, welche M. Heidenhain als Telophasen bezeichnet hat. Der aequatoriale Theil der Centralspindel zeigt zunächst die charakteristischen Differenzierungen. Die Centralspindelfasern werden mit ihren aequatorialen Anschwellungen dicht zusammengedrängt, so dass im Inneren der Muskelfaser ein typischer, sich intensiv färbender Zwischenkörper zu Stande kommt. Den Bildungsprocess des Zwischenkörpers stellt die Figur 7 u. 8

vor. Die Lage der chromatischen Massen im Verhältniss zur Centralspindel hat sich verändert. So sehen wir in der Abbildung 8. die mitotische Figur im späten Diasterstadium, wo die Centralspindel eine winklige Knickung erfahren hat. Einen ähnlichen Fall von Zwischenkörperbildung ohne gleichzeitige Theilung des Zelleibes hat der Verfasser¹⁾ bereits bei anderer Gelegenheit, nämlich in den vielkernigen Spermatoeyten bei *Helix pomatia* beschrieben und abgebildet. Dies beweist von neuem, dass die Zusammenraffung der Centralspindel und die Ausbildung des Zwischenkörpers von der Einstülpung der peripherischen Grenzschiechte völlig unabhängig ist²⁾. Im Diasterstadium ist in der Einsenkung der dichten chromatischen Figur noch ein Ueberrest des achromatischen Kegels und das Centrosoma zu finden.

Endlich bildet sich um die ganze chromatische Masse herum eine Kernmembran und so entstehen zwei Tochterkerne. In dem Stadium noch, als sich um die chromatische Substanz herum schon eine Kernmembran ausgebildet hat, ist zwischen den beiden Kernen ein Ueberrest des beschriebenen Zwischenkörpers sammt Spuren der Centralspindelreste (Fig. 9.) sichtbar.

Während des Verlaufes des karyokinetischen Processes gewinnt das die mitotische Figur umgebende Protoplasma ein körniges Aussehen. Die Körnchen, die sich sehr intensiv mittelst Eisenhämatoxylin-Verfahren färben treten im Protoplasma schon im Monasterstadium hervor, im Diasterstadium und den nachfolgenden Anaphasenstadien nimmt die Zahl dieser Körnchen an Menge zu, so dass die mitotische Figur von grobkörniger Protoplasmamasse umgeben ist.

¹⁾ Godlewski E. jun. Wielokrotna karyokineza w gruczole obojnaczym ślimaka *Helix pomatia*. Rozpr. Ak. Um. w Krakowie. T. XXXIII. Dasselbe deutsch: Über mehrfache bipolare Mitose bei der Spermatogenese von *Helix pomatia*. Anz. der Akad. d. Wissensch. in Krakau 1897.

²⁾ Vergl. von Kostanecki: Ueber die Bedeutung der Polstrahlung und ihr Verhältniss zur Theilung des Zelleibes. Arch. f. mikr. Anat. B. 49.

Der Verfasser möchte noch hervorheben, dass Hoyer¹⁾ in letzter Zeit die karyokinetische Zelltheilung und das Vorhandensein von Centrosomen im Myokard von Kälbern festgestellt hat. Seine Resultate stehen mit denen des Verfassers im Einklang.

Neben der karyokinetischen Kerntheilung kommt während der histogenetischen Entwicklung des quergestreiften Muskelgewebes, auch amitotische resp. fragmentative Kernwucherungsform vor. In den früheren Entwicklungsstadien sind überwiegend die karyokinetischen, in den späteren die fragmentativen Formen zu treffen. Zwischen diesen beiden Zeitperioden lässt sich aber keine scharfe Grenze ziehen. Der Verfasser hat bei der Untersuchung der Skelettmuskeln älterer Embryonen in einem und demselben Muskel in der Zeit der regen, energischen Kernwucherung beide Formen gleichzeitig getroffen. Wann die mitotische Kernwucherung aufhört und die amitotische allein obwaltet, kann der Verfasser vorläufig noch nicht entscheiden.

Die Amitose wurde bei der Kernwucherung während der Regenerationsprocesse in den quergestreiften Muskelfasern von Galeotti und Levi²⁾ u. a. beobachtet und abgebildet. Dass sie auch bei Embryonen und Neugeborenen vorkommen muss, — wurde in letzter Zeit von Morpurgo³⁾ vermuthet. Er gibt aber hinzu: „Leider habe ich trotz eifrigen Suchens bis jetzt keinesicheren mikroskopischen Bilder von Phasen der Amitose an den Muskelkernen entdecken können“. Diese bis jetzt hypothetische Behauptung Morpurgo's, dass die Kernwucherung „sicher durch Amitose erfolgen muss“ — glaubt der Verfasser auf Grund

¹⁾ Hoyer: Ueber die Structur und Kerntheilung der Herzmuskelzellen. Bulletin Internationale de l'Academie des Sciences de Cracovie 1899. November.

²⁾ Galeotti und Levi l. c.

³⁾ Morpurgo: Ueber die Verhältnisse der Kernwucherung zum Längengewachstum der quergestreiften Muskelfasern der weissen Ratten. An. Anz. Bd. 16.

seiner Präparate beweisen zu können. Er glaubt in seinen Präparaten alle Phasen und Formen der Amitose bei der Kernwucherung im ausgesprochen differenziertem, quergestreiften Muskelgewebe gefunden zu haben. Die Kernvermehrung erfolgt in der Regel in der Richtung der Längsachse der Zelle, so dass bei eintretender Amitose die überwiegende Zahl der Kerne sich senkrecht zur Längsachse theilt.

Die ersten Kennzeichen, dass sich der Kern zur amitotischen Kerntheilung anschickt, lassen sich an den Kernkörperchen wahrnehmen¹⁾. Im ruhenden Kerne sieht man ein oder zwei Kernkörperchen; vor dem Beginn der Fragmentation vergrößert sich die Zahl der Nucleolen. Dies kommt auf folgende Weise zu Stande: Der gewöhnlich runde Nucleolus vergrößert sich beträchtlich und wächst in die Länge, so dass er eine ovale längsgestreckte Form annimmt, sodann verdünnt er sich in der Mitte, wird gewissermassen hantelförmig (Fig. 10), bis eine völlige Durchschnürung seine Theilung in zwei Nucleolen herbeiführt. Die neuentstandenen Tochnucleolen rücken jetzt auseinander, bisweilen können sie einige Zeitlang durch eine schmale Verbindungsbrücke im Zusammenhang bleiben. Die Theilung der Kernkörperchen kann sich einige Male nacheinander wiederholen.

Gleichzeitig mit der Nucleolenvermehrung treten auch Veränderungen in der Vertheilung der chromatischen Substanz ein. Dieselbe sammelt sich jetzt in gröbere Chromatinklumpen und Brocken von unregelmässiger Gestalt, welche sich gleichmässig im Kern vertheilen. Die eigentliche Theilung des Kernes kann auf zweifache Weise zustande kommen:

1. Zwischen den einzelnen Kernpartien längsgestreckter Kerne, in denen die neuentstandenen Kernkörperchen in gewissen Abständen vertheilt und von dem Chromatinnetze umgeben liegen, bilden sich dünne platte Scheidewände, welche senkrecht oder manchmal schräg zur Längsachse der Muskel-

¹⁾ Verg. Siedlecki: *Étude cytologique et cycle évolutif de la Coccidie de la Seiche*. *Annal. de l'Institut Pasteur*:

faser sich stellen. Die chromatische Substanz vertheilt sich mehr weniger gleichmässig auf die zukünftigen Kerne. Durch die Zahl der ausgebildeten Scheidewände wird die Zahl der Tochterkerne bestimmt, in welche der Mutterkern zerfällt. Man sieht den längsgestreckten Kern oft nur durch eine Scheidewand in zwei, bisweilen aber durch mehrere Scheidewände in sechs oder noch mehr Tochterkerne zerfallen.

2. In dem beträchtlich verlängerten Muskelkern vermehren sich die Kernkörperchen, die chromatische Substanz vertheilt sich in Klümpchen angeordnet fast gleichmässig auf die einzelnen Nucleolenfelder. Sodann werden in gewissen oft nicht ganz regelmässigen Zwischenräumen Einstülpungen von der Kernperipherie her wahrnehmbar (Fig. 11). Sie vertiefen sich mehr und mehr und führen erst die Theilung des Mutterkerns in zwei oder mehrere Tochterkerne herbei. In jedem befindet sich ein, seltener zwei Nucleolen. Die Tochterkerne weichen darnach auseinander, bleiben aber bisweilen durch eine Substanzbrücke in Verbindung, welche sich beim weiteren Auseinanderweichen der Tochterkerne in die Länge auszieht (Fig. 12). Wenn bisweilen mehrere hintereinander gelegene Kerne vermittelt solcher Brücken zusammenhängen, gewinnen die Kerne ein rosenkranzartiges Aussehen. Diese zwei Formen der Fragmentation können nebeneinander, ja sogar in einem und demselben Kern vorkommen. In der beschriebenen Quer- und Schrägspaltung der Kerne findet die reihen- resp. kettenförmige Anordnung der Kerne in den quergestreiften Muskelfasern, auf welche schon Weissman hingewiesen hat, ihre Erklärung. Neben dieser Kernschnürung durch quer verlaufende Scheidewände, kommt manchmal auch eine Längsspaltung, d. h. die Ausbildung einer Scheidewand, welche zu der Achse der Muskelfaser parallel verläuft, zu Stande, so z. B. in einem der Kerne in der Figur 11. Wir sehen hier an der hinteren Seite des Kernes sich einen schmalen Einschnitt ausbilden, der in der Längsachse des Kernes fortschreitet.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Abbildungen wurden vom Herrn Dr. Johann Barącz vermittelt des Abbeschen Zeichenapparates mit Zeiss Comp. Ocul Nr. 4. und Apoehr. Immers. 2 mm, Apert. 1·30 entworfen.

Fig. 1. Muskel der Salamanderlarve; Perennyisch. Flüssig. Eisenhämat.-Verf. mit Bordeaux. Schräger Durchschnitt.

Fig. 2. Meerschweinchenembryo. Dieselbe Methode. Muskelkern im Knaüelstadium, nach oben von ihm ein Centrosoma.

Fig. 3. Dasselbe Material und Methode. Muttersternstadium im innenständigen Kern.

Fig. 4. Dasselbe Stadium im randständigen Kern. Die Polstrahlung sehr deutlich.

Fig. 5. Diasterstadium im randständigen Kern.

Fig. 6. Spätes Diasterstadium mit gebogen verlaufender Centralspindel.

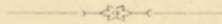
Fig. 7 und 8. Zwei „Telophasen“ deutlicher Zwischenkörper mit Resten der umgebogenen Centralspindel.

Fig. 9. Neuausgebildete Tochterkerne mit einem Ueberrest des Zwischenkörpers.

Fig. 10. Muskel der Salamanderlarve; im Kern ist der sich durchschnürende Nucleolus sichtbar.

Fig. 11. Dasselbe Material. Die amitotische Theilung des Mutterkernes in sieben Tochterkerne. An einem der Kerne ist der Längsspaltungsprocess sichtbar.

Fig. 12. Muskel der Salamanderlarve. Die Tochterkerne mit einander mittelst einer Kernbrücke im Zusammenhang.



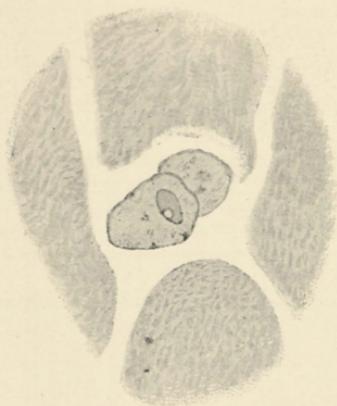


Fig. 1.

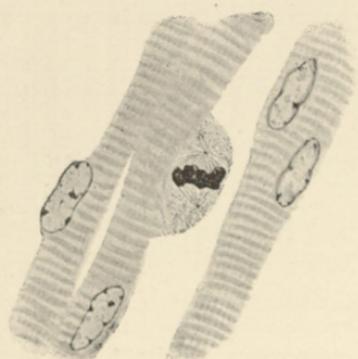


Fig. 4.

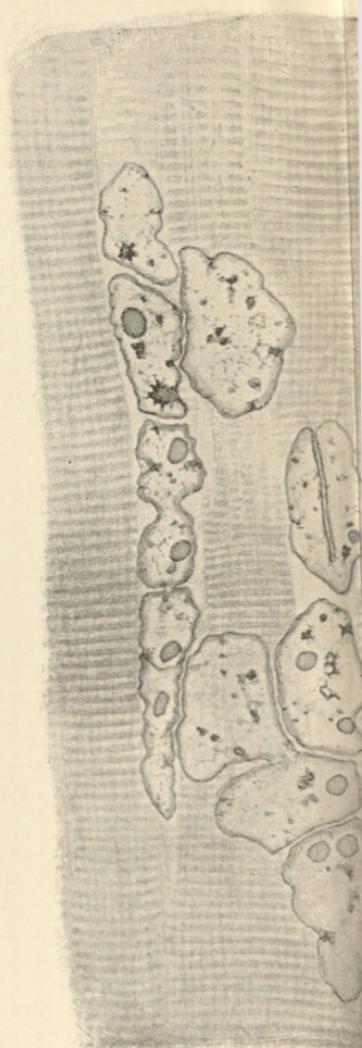


Fig. 11.

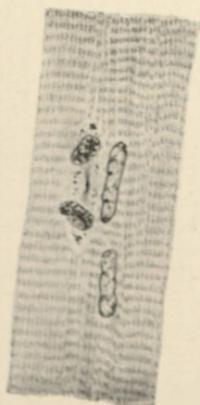


Fig. 7.

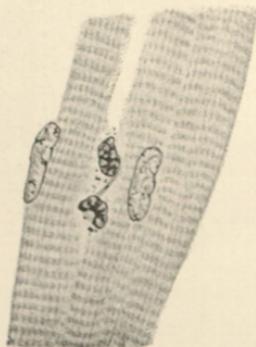


Fig. 8.

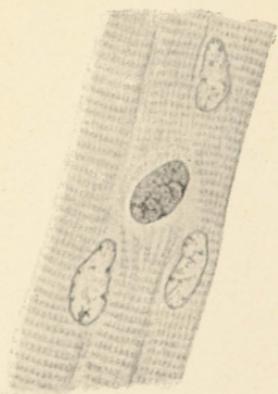


Fig. 2.

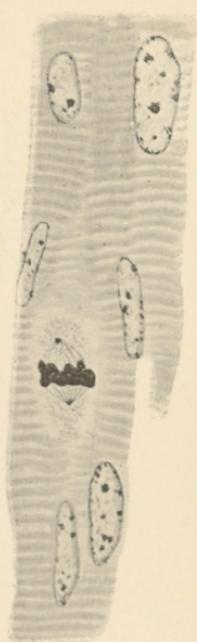


Fig. 3.



Fig. 5.

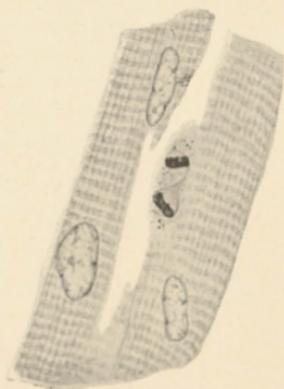


Fig. 6.



Fig. 9.

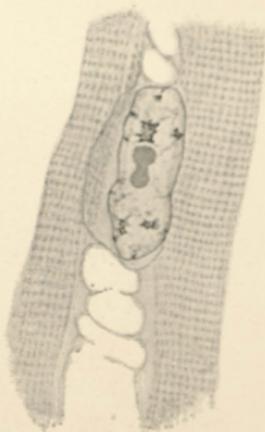


Fig. 10.

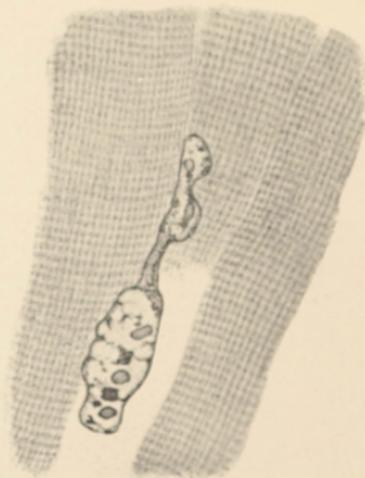


Fig. 12.

