

CATEDRA DE HISTOLOGIA Y EMBRIOLOGIA
GENERAL Y DE ANATOMIA PATOLOGICA
FACULTAD DE MEDICINA
UNIVERSIDAD DE BARCELONA

ESTUDIO ULTRAESTRUCTURAL DE LA CITODIFERENCIACION
DEL MIOCARDIO DE EMBRION DE POLLO
" IN VIVO " E " IN VITRO "

Memoria presentada para la obtención del
Grado de Doctor en Medicina y Cirugía
por

José Antonio Bombí Latorre

Barcelona, 1973

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL MATERIAL " IN VITRO "

CULTIVO DE CORAZON DE EMBRION DE 7 DIASA los 5 días

Al microscopio óptico se observan una gran cantidad de células necrosadas y en medio de ellas células bien conservadas de forma redondeada y en ocasiones alargada. Estas células poseen un núcleo ovalado, con uno ó dos nucléolos aparentes y en cuyo citoplasma se encuentra alguna pequeña y corta miofibrilla. También aparecen algunas células fúsimas de aspecto de fibroblasto.

Al microscopio electrónico, las células necrosadas corresponden en su mayoría a miocitos, en los que es frecuente observar aún estructuras filamentosas.

Los miocitos presentan unos grandes espacios intersticiales, en cuyos puntos de contacto es frecuente observar especializaciones del sarcolema, del tipo desmosoma ó "fascia adherens", a veces de considerable longitud, formando bandas intercalares que son ligeramente sinuosas. En su sarcoplasma se encuentran algunas miofibrillas, de varias sarcómeras de longitud, en ocasiones orientadas paralelamente entre sí, pero generalmente desorientadas.(Fig.37)

Otras veces, se visualizan simplemente haces de filamentos gruesos y finos, imbrincados entre sí, adosados a ambos lados de una misma banda Z, ó incluso formando varios haces de filamentos convergentes en la misma banda Z, que en estos casos, es de mayor grosor y redondeada formando un cuerpo Z.

Las mitocondrias son relativamente grandes y abundantes.

El aparato de Golgi es perinuclear y muy prominente.

Surcando desordenadamente todo el sarcoplasma, se descubre una fina red de filamentos de pequeño grosor y de longitudes variables.

La mayoría de las células contienen abundantes ribosomas, algunos de estructura helicoidal, pero hay algunas cuyo citoplasma es más claro con muy pocos ribosomas y conservando todos los restantes elementos.

Se observan gran cantidad de vesículas de retículo sarcoplasmático, localizadas preferentemente por debajo del sarcolema y en la periferia de las miofibrillas.

En gran cantidad de células, existen gran-

des depósitos de glucógeno, generalmente periféricos y en relación con otros de lípidos, que se encuentran en sus cercanías.

En ocasiones en estas células se encuentran cuerpos multivesiculares, lisosomas y autofagosomas.(Fig.38)

Es posible encontrar algún gránulo denso, en el sarcoplasma, pero son bastantes infrecuentes.

Muchas veces se localiza el centríolo en el área perinuclear, con su estructura típica.

Los núcleos de los miocitos son ovalados, y muchas veces presentan profundas invaginaciones citoplasmáticas que les confieren una forma muy irregular. En los casos en que el núcleo ha sido cortado tangencialmente, se visualizan muy claramente una gran cantidad de poros nucleares. Generalmente hay un solo nucléolo muy prominente.

A parte de estas células musculares se observan gran cantidad de células de aspecto de fibroblasto y algunos macrófagos. (Fig. 39).

A los 6 días

El estudio al microscopio óptico es prác-

ticamente igual que a los 5 días de cultivo.

Al microscopio electrónico se observa un mayor aumento de los espacios intersticiales y por tanto una disminución de los contactos y especializaciones del sarcolema. Las bandas intercalares son bastantes cortas y ya no se encuentran en ambos polos celulares opuestos, como ocurría en el material embrionario.

Por debajo del sarcolema, se observan con relativa frecuencia vesículas de actividad pinocitótica.

Las miofibrillas son abundantes (Fig. 40) y se encuentran más desorganizadas que en el estadio anterior. En ocasiones se observan dos ó tres haces de filamentos gruesos y finos bien estructurados, que convergen hacia un mismo cuerpo Z, que adopta así forma tri-polar.

Distribuidos difusamente por todo el sarcoplasma formando una fina malla hay una gran abundancia de filamentos de pequeño diámetro.

El Aparato de Golgi está situado en la vecindad del núcleo y está formado por múltiples cisternas que se disponen formando una amplia media luna.

Se observan una gran cantidad de mitocondrias, generalmente muy alargadas y en ocasiones de forma irregular.

Muchas células, muestran grandes depósitos de glucógeno y en su vecindad también extensos acúmulos de lípidos.

Algunos de estos miocitos contienen abundantes ribosomas, algunos en forma polisomal en la periferia de las miofibrillas. Otras células, que generalmente tienen miofibrillas más amplias que las anteriores, casi no poseen ribosomas, lo que dá una gran palidez a su sarcoplasma.

Las vesículas de retículo sarcoplasmático son muy abundantes, gran número de las cuales se localizan por debajo del sarcoplasma y en la vecindad de las miofibrillas.

En ocasiones se observa algún gránulo denso.

El núcleo adopta algunas veces formas irregulares visualizándose en su membrana abundantes poros nucleares.

Generalmente estas células poseen un solo

nucléolo.

A los 10 días

Estudiando dicho material al microscopio óptico, observamos que las células están separadas por grandes espacios intersticiales. Las células en su mayoría presentan formas muy alargadas, teniendo pocas prolongaciones celulares. Su citoplasma es bastante abundante y contiene algunos corpúsculos tingibles distribuidos al azar; el núcleo es ovalado, conteniendo generalmente uno ó dos nucléolos.

Al microscopio electrónico se distinguen claramente varios tipos celulares.

Algunas células contienen en su citoplasma miofibrillas, generalmente de escaso grosor, y de pocas sarcómeras de longitud. Otras veces no son tales miofibrillas, sino que son haces de filamentos gruesos y finos imbricados entre sí, que convergen hacia los cuerpos Z.

Todo el sarcoplasma esta surcado por una malla de filamentos delgados de longitudes variables, a veces considerable, y de diámetros comprendidos entre los de los dos filamentos miofibrilares, y que creemos que co-

responden a los denominados filamentos intermedios.

En estas células las mitocondrias son muy abundantes y se distribuyen al azar, siendo grandes y de formas alargadas ó irregulares.

El Aparato de Golgi es aparente en algún caso, pero no tan prominente como en los estadios anteriores.

Se observan algunos ribosomas distribuidos difusamente por todo el sarcoplasma, en menor cantidad que en los casos anteriores, no visualizándose ningún polisoma.

Hay abundantes vesículas de Retículo Sarcoplasmático, frecuentes especialmente por debajo del sarcolema.

En algunas células se descubren algunos lisosomas y también autofagosomas. (Fig.41)

Por debajo del sarcolema, se observa una intensa actividad micropinocitótica.

Hay escasa cantidad de glucógeno y de lípidos y muy pocos gránulos densos.

En ocasiones, se visualiza el centriolo,

con su estructura característica, localizado en el área perinuclear.

Los núcleos son alargados y a veces presentan formas irregulares con profundas invaginaciones citoplasmáticas.

En los puntos de contacto intercelular, se pueden observar " fascias adherens" que son de poca longitud y rectilíneas; muy raramente se observan desmosomas.

Otro tipo celular, presenta en su citoplasma una gran palidez ocasionada por una total ausencia de ribosomas, (Fig. 42), observándose en ellas menor cantidad y más pequeñas miofibrillas; en ocasiones solo se observan haces de filamentos gruesos y una extensa malla de filamentos más delgados que creemos que son filamentos intermedios. En estas mismas células el número de mitocondrias es menor y de tamaño más pequeño; las vesículas de retículo sarcoplasmático son abundantes y en ocasiones de formas alargadas, pareciendo tener algún ribosoma adosado en su superficie. No contienen glucógeno y en ocasiones tampoco tienen acúmulos de lípidos, siendo el Aparato de Golgi muy reducido y difícil de visualizar.

Se observa también un tercer tipo celular, (Fig. 43) cuyo núcleo es más denso, y en cuyo citoplasma se distinguen una gran proliferación del Retículo Endoplasmático, a veces granular, y con gran cantidad de filamentos delgados, de diámetro variables entre los de actina y de miosina. Estas células contienen en alguna ocasión gotas de lípidos y escasas mitocondrias, no visualizándose generalmente el Aparato de Golgi.

Otras células que se pueden distinguir son células parecidas a fibroblastos y algún que otro macrófago.

A los 12 días

En este estadio el cultivo había dejado de latir.

Con el microscopio óptico no se aprecian diferencias con el estadio anterior.

Al microscopio electrónico se distinguen los mismos tipos celulares descritos en el estadio anterior, pero ha aumentado la cantidad de células de citoplasma claro, con escasos ribosomas. En estas células



parece disminuído el contenido de haces de miofilamentos, que en muchas ocasiones se encuentran desorganizados por el sarcoplasma, o convergiendo en haces paralelos hacia condensaciones del sarcolema. En estas mismas células parece también aumentado el número de filamentos intermedios.

También han aumentado las células con abundantes filamentos de tipo Filamentos Intermedios y con un importante Retículo Endoplasmático en ocasiones granular.

A los 14 y 15 días.

La imagen al microscopio óptico es igual a la de los estadíos anteriores, si bien son mayores los espacios intersticiales.

Al microscopio electrónico observamos que ha aumentado la cantidad de células de citoplasma claro, que contienen menor cantidad de haces de miofilamentos, y ningún ribosoma, pero en cambio en ellas han aumentado los filamentos de tipo intermedio. Estas células tienen pocas mitocondrias, que son de pequeño tamaño (Fig. 43).

El aparato de Golgi es poco aparente sola-

mente formado por algunas pocas cisternas de localización perinuclear.

Las vesículas del retículo sarcoplasmático son muy abundantes y en ocasiones algo alargadas.

En estos miocitos hay un escaso contenido de glucógeno y de lípidos.

En este estadio también se distinguen algunos miocitos con contenido miofibrilar y algunos ribosomas, aunque no hemos encontrado ningún polisoma helicoidal.

También se observan células con abundante retículo endoplasmático rugoso, gran cantidad de filamentos intermedios y núcleo más denso.

Otros tipos celulares que se observan son macrófagos y células de aspecto de fibroblasto.

A los 17 y 18 días.

El cultivo tiene el mismo aspecto al M/O que anteriormente.

Al M/E contiene gran cantidad de mio-
blastos de citoplasma pálido, muchos de ellos casi sin

miofilamentos gruesos, pero con gran cantidad de filamentos mas delgados.

Hay muy pocos mioblastos con ribosomas y cuando las tienen, son en poca cantidad, nunca en forma de polisomas, y al mismo tiempo son los que poseen miofibrillas, en ocasiones relativamente grandes.

También hay células de aspecto de fibroblastos y macrófagos.

A los 20 días.

Con el microscopio óptico aparecen unas células fusiformes, de citoplasma claro con escasos corpúsculos tingibles y núcleo ovalado, que dejan entre sí amplios espacios intersticiales.

Con el microscopio electrónico observamos que casi ningún miocito contiene miofibrillas, siendo en su mayoría células con citoplasma claro, sin ribosomas, pocos miofilamentos agrupados en haces y gran cantidad de filamentos de tipo intermedio. (Fig. 44).

Las mitocondrias son pequeñas y escasas.

Los núcleos son grandes y claros y muy

raramente tienen un pequeño nucleolo.

Hay pocas vesículas de retículo endoplásmico distribuidas por todo el citoplasma.

La mayoría de estas células no tienen depósito de glucógeno aunque si lo pueden tener de lípidos.

Generalmente no se observa cuerpos multivesiculares, lisosomas ni autofagosomas.

El aparato de Golgi es muy difícil de vesicular y está formado por pocas cisternas de situación perinuclear.

En las zonas de contacto intercelulares se observa de vez en cuando alguna pequeña "fascia adherens", pero no desmosomas.

Además de estas células también se encuentran macrófagos, células de tipo fibroblasto y otras con abundante retículo endoplasmático rugoso y gran cantidad de filamentos de tipo intermedio dispersos en su citoplasma.

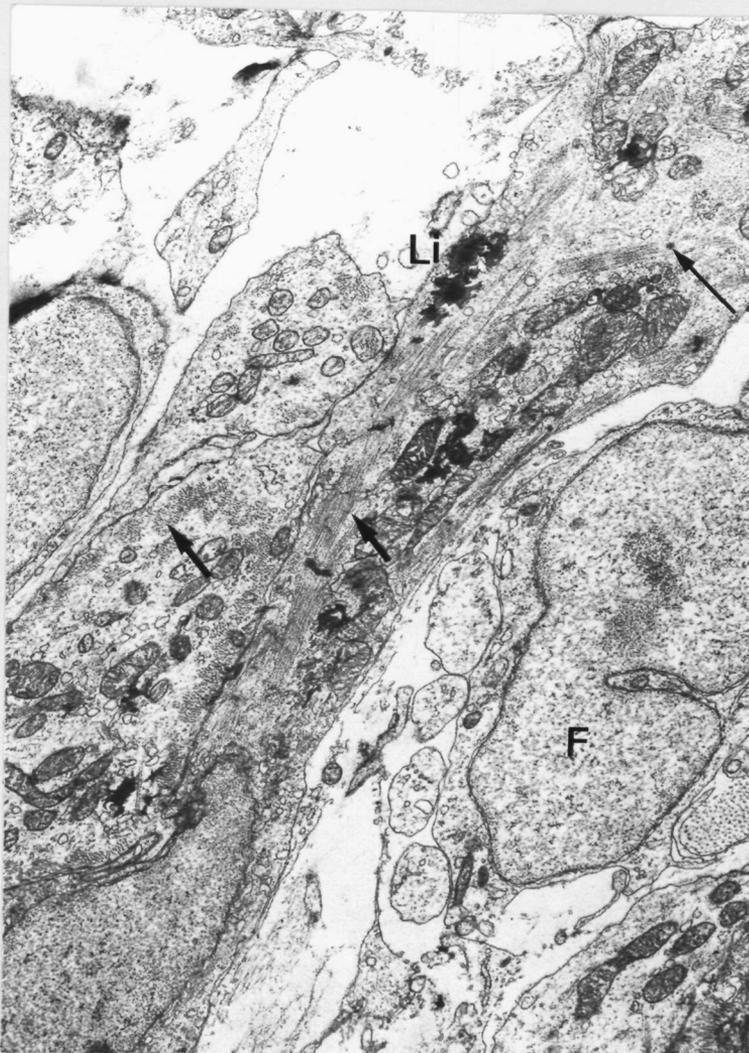


Fig. 37 : Embrión de 7 días cultivado 5 días.
 Se observan varios miocitos con abundantes miofibrillas bien estructuradas (flechas). En alguna ocasión aparece una miofibrilla inicial con un cuerpo Z (flecha).

Li- lípidos ; F- fibroblasto. 12.000 X.

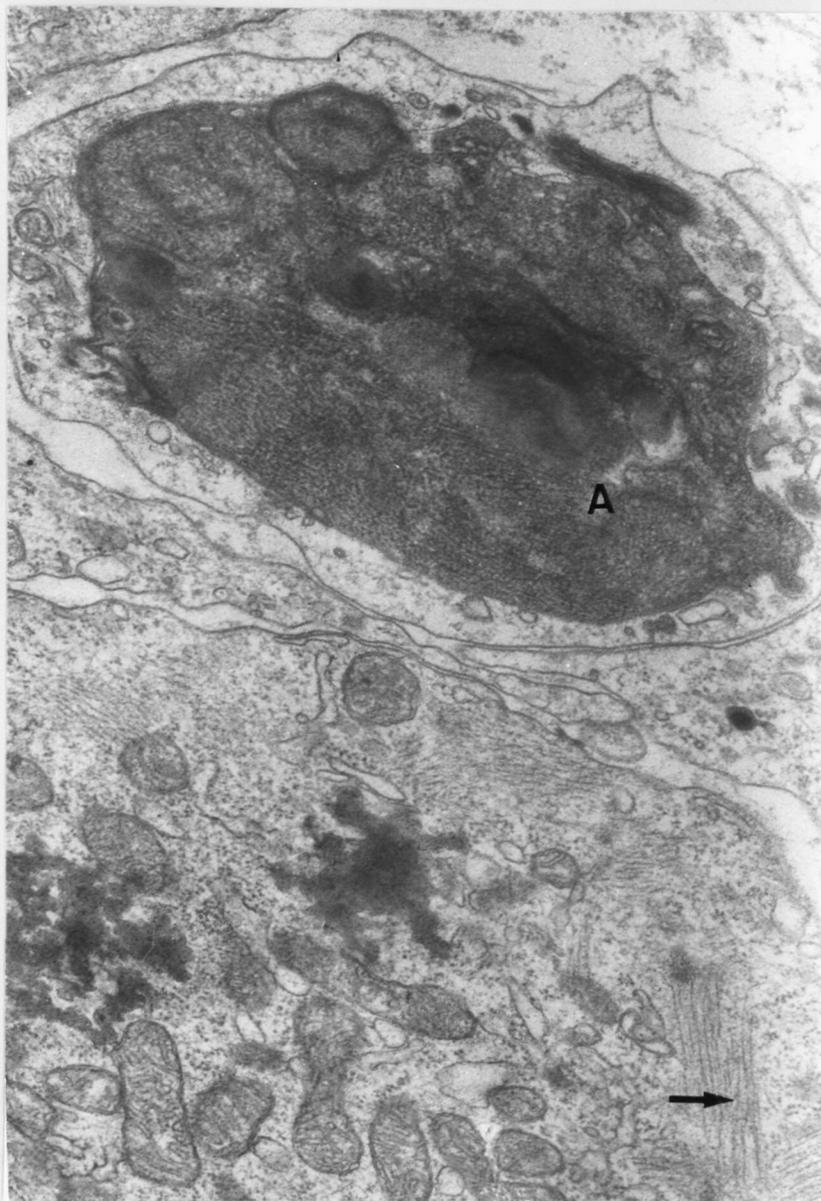


Fig. 38 : Embrión de 7 días, cultivado 5 días.
Miocito con un autofagosoma (A) con restos fibrilares.
En el otro miocito aparecen miofibrillas en fase de formación (flecha), con abundantes mitocondrias y acúmulos de lípidos. 30.000 X.

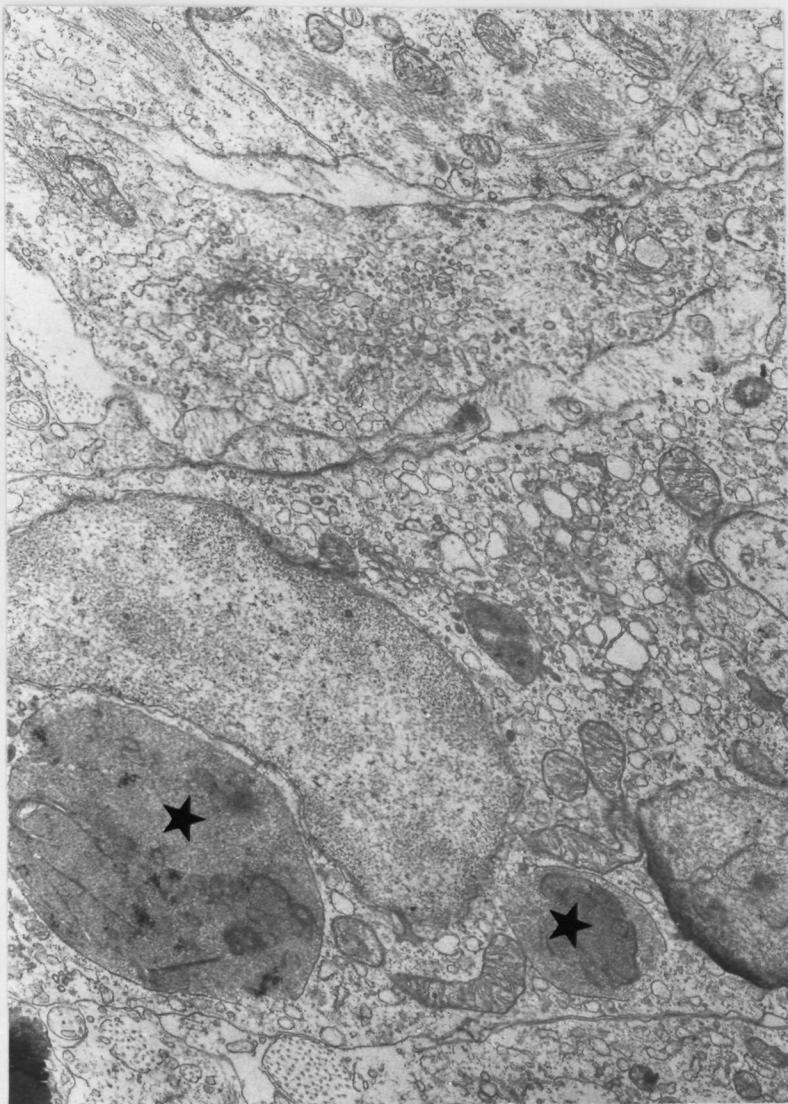


Fig. 39 : Embrión de 7 días cultivado 5 días.
Macrófago en el que se observan varias vacuolas conteniendo detritus celulares. (asteriscos). 16.500 X.

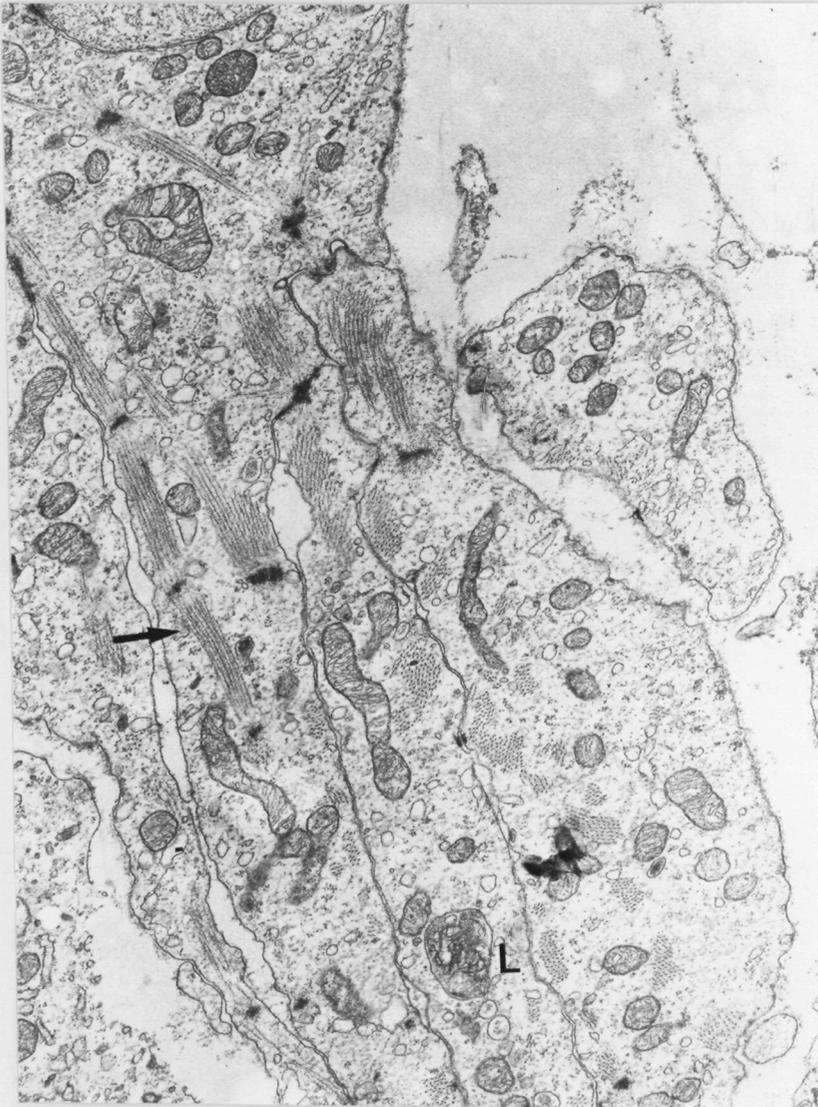


Fig. 40 : Embrión de 7 días cultivado 6 días. Miocitos con miofibrillas bastante bien formadas, aunque algunas son bastantes iniciales (flecha). En uno de los miocitos se distingue un lisosoma (L). 16.500 X.

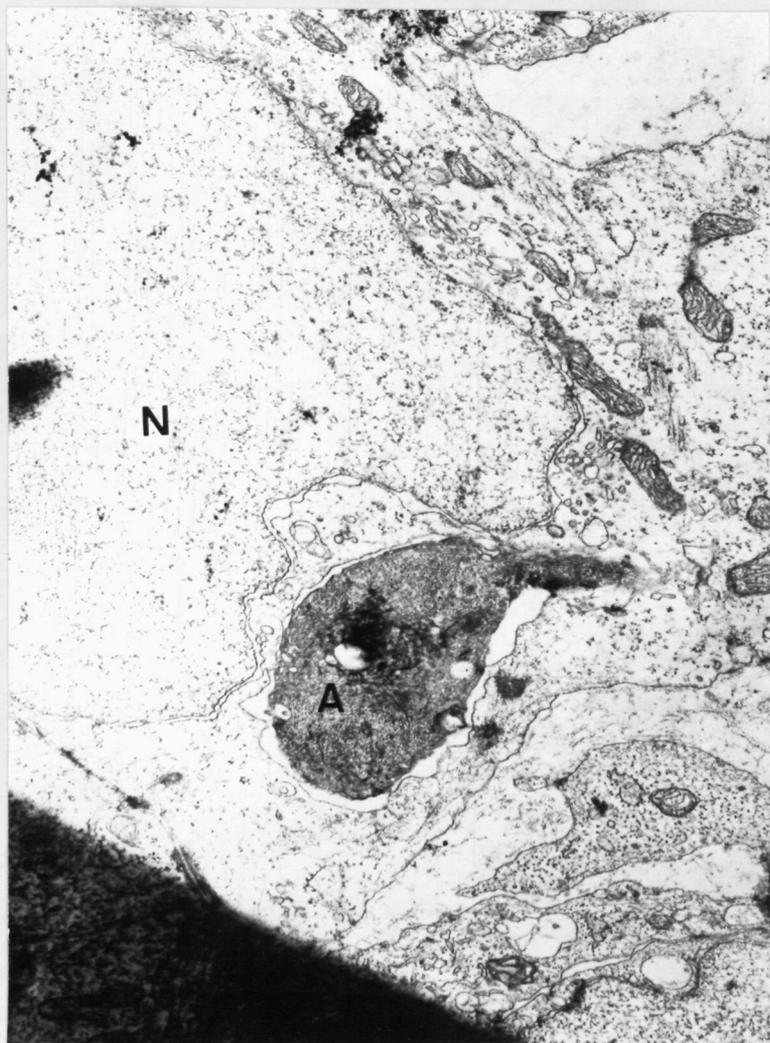


Fig. 41 : Embrión de 7 días cultivado 10 días.
Miocito en cuyo sarcoplasma se evidencia un autofa-
gosoma (A) que contiene restos de material fibrilar.

N- núcleo.

22.000 X.

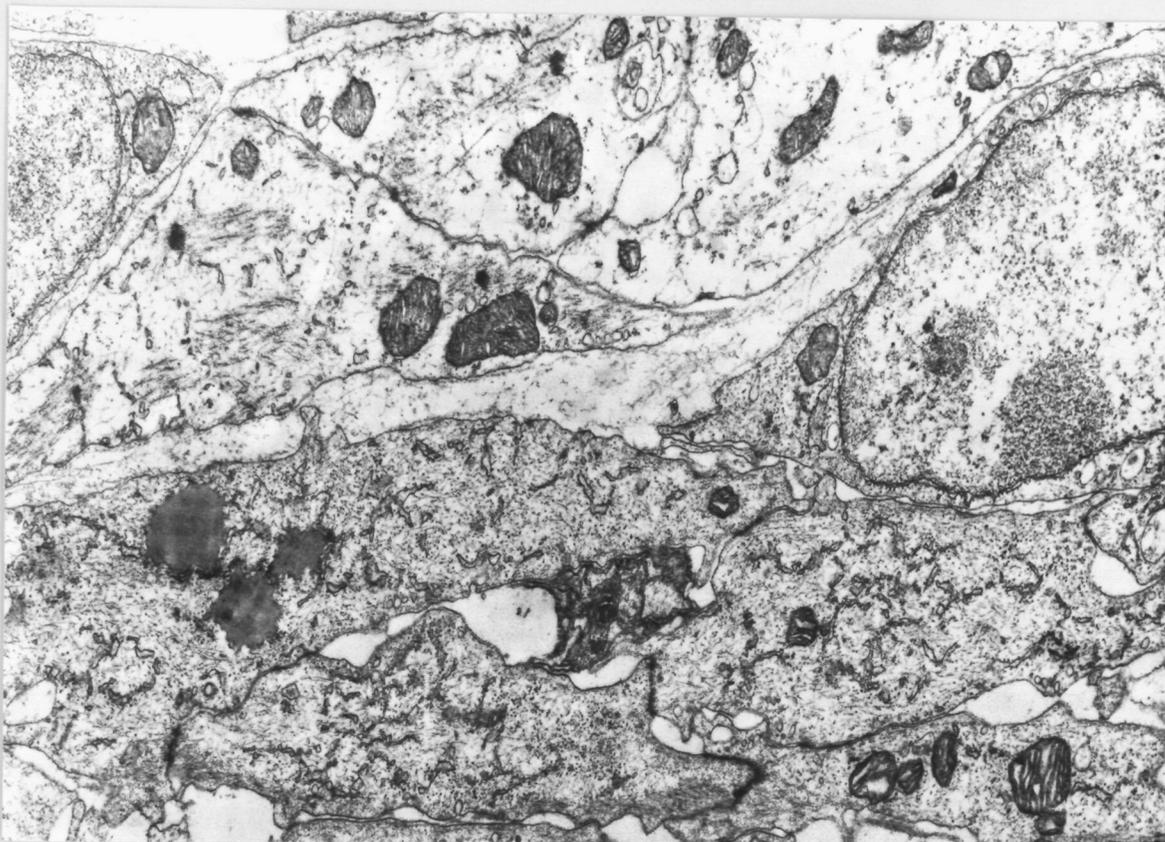


Fig. 42 : Embrión de 7 días cultivado 10 días.
Se observan dos tipos celulares; unas células son de citoplasma más denso y pueden corresponder a fibroblastos ó células endoteliales transformadas, y otras son de citoplasma pálido, correspondiendo a miocitos, en los que sólo aparecen unos pocos filamentos gruesos y mitocondrias pequeñas. 20.000 X.



Fig. 43 : Embrión de 7 días cultivados 15 días.
Miocito transformado que ha perdido sus miofibrillas,
conservando solamente sus filamentos gruesos (flecha).
Nótese que también hay abundantes filamentos delgados
en su citoplasma, correspondientes a filamentos Inter-
medios. N- núcleo ; Li- lípidos. 22.000 X.

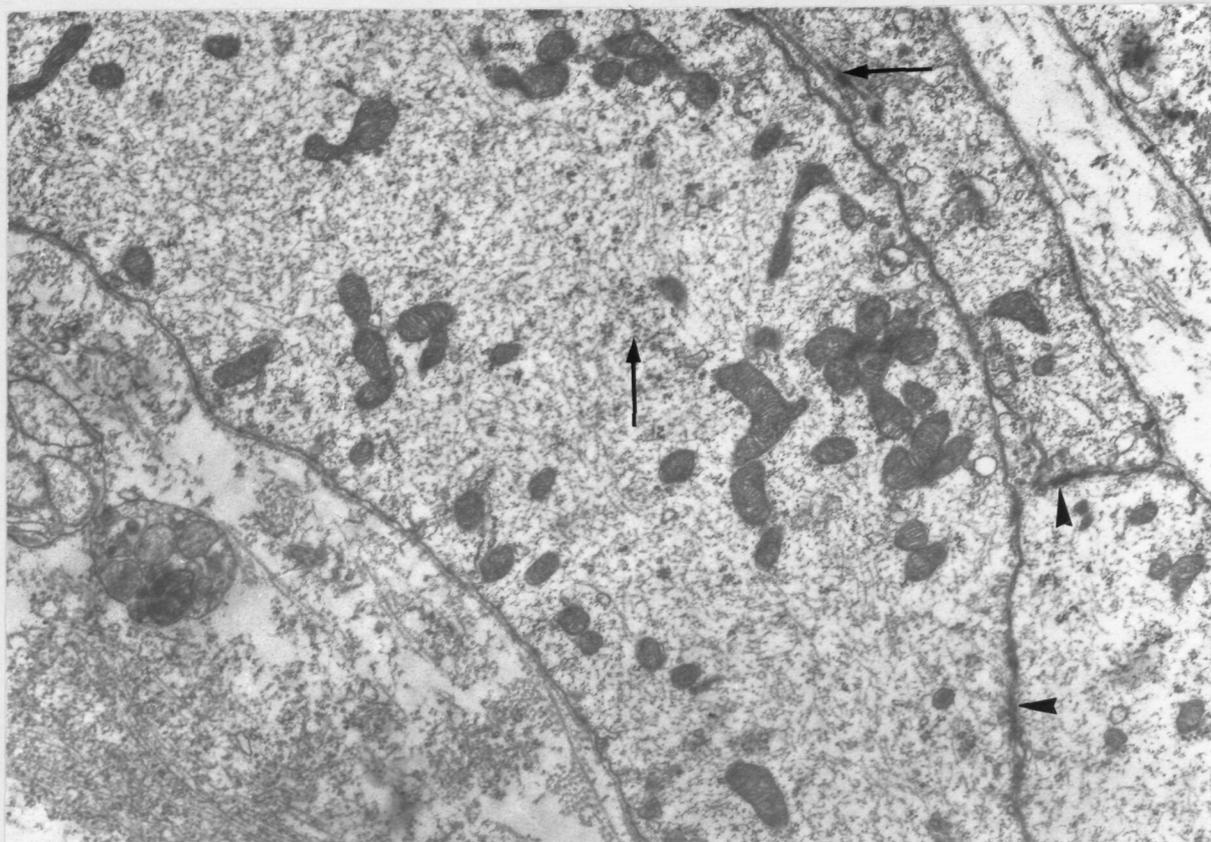


Fig. 44 : Embrión de 7 días cultivado 20 días. Células con algunas pequeñas mitocondrias y abundantes filamentos intermedios en su citoplasma, que aún conservan algunos filamentos de miosina (flecha). En los sarcolemas se pueden distinguir complejos de unión de escasa longitud (puntas de flecha). 20.000 X.

CULTIVO DE CORAZON DE EMBRION DE 4 DIAS

A los 2 dias.

Con el microscopio óptico observamos un acúmulo de células con núcleo grande y redondeado claro, con uno o dos nucleólos y cuyo citoplasma es estrellado, relativamente pequeño y con algunos corpúsculos tingibles.

También se observan células fusiformes y macrófagos.

Con el microscopio electrónico las células están separadas por amplios espacios intersticiales en cuyos puntos de contacto se encuentran condensaciones de la membrana del tipo desmosoma y "fascia adherens". En algunas ocasiones estas "fascias adherens" son de considerable longitud y adoptan formas algo sinuosas.

Por debajo del sarcolema, es frecuente distinguir vesículas de pinocitosis.

En el sarcoplasma se observan abundantes filamentos gruesos, a veces entrecruzados y desordenados, pero generalmente formando haces paralelos entre sí al imbrincarse con filamentos finos, y en cuyos extremos

es frecuente encontrar una masa electrodensa del tipo de un cuerpo Z, formando así una miofibrilla inicial. (Fig. 45, 46, 47).

Algunas veces las miofibrillas ya están formadas por tres o cuatro sarcómeras, pero son de pequeño diámetro. En otras ocasiones se observan gran cantidad de filamentos gruesos convergentes en todas direcciones hacia las "fascias adherens".

Surcando todos los citoplasmas se distinguen abundantes filamentos delgados, desordenados formando como una red, cuyos diámetros parecen ser intermedios entre los de los dos tipos de miofilamentos, y generalmente de gran longitud.

En una ocasión hemos encontrado dos condensaciones en el sarcolema del tipo "fascia adherens" que se continuaban con dos cuerpos Z que se encontraban formando parte de una miofibrilla. (Fig. 45).

Las mitocondrias son relativamente abundantes y de gran tamaño, adoptando en ocasiones formas muy irregulares.

Algunas células contienen algún gránulo

denso, pero estos son poco frecuentes.

Se observan algunos depósitos de glucógeno, generalmente en áreas periféricas del sarcoplasma y muchas veces en relación con depósitos estrellados de lípidos.

En la vecindad del núcleo no es raro localizar el centriolo, y cerca de él el aparato de Golgi, que está formado por abundantes cisternas que se localizan alrededor del núcleo.

Dispersos por todo el citoplasma se observan abundantes ribosomas situados preferentemente en la vecindad de las miofibrillas, encontrándose en ocasiones en forma de polisomas helicoidales.

En medio de todos estos elementos se distinguen algunas vesículas de paredes lisas que corresponden al retículo sarcoplasmático, que a menudo están situadas por debajo del sarcolema.

En ocasiones se distinguen algunos cuerpos multivesiculares, y unos redondeados, limitados por una membrana lisa y en cuyo interior hay un material gra-

nular bastante denso, que consideramos corresponden a lisosomas primarios. (Fig. 46).

El núcleo es único, claro, grande, generalmente redondeado y contiene uno o dos prominentes nucleolos.

La membrana nuclear es muy rica en poros.

A los 4 días.

Observando el material al microscopio óptico solo cabe destacar que el citoplasma celular parece ser algo mayor y en él se observan algunas pequeñas microfibrillas y muchos corpúsculos tingibles. (Fig. 48).

Al microscopio electrónico no se observan grandes diferencias con el estadio anterior.

Las miofibrillas han crecido en longitud y en grosor, no encontrando generalmente cuerpos Z ya que se han transformado en líneas Z más estrechas y alargadas; sin embargo se encuentran células cuyos miofilamentos están desorganizados.

No se observan diferencias en cuanto a los restantes componentes intracelulares.

A los 6 y 8 días.

Al microscopio óptico no se aprecia ninguna diferencia en relación con el estadio anterior excepto un aumento en los espacios intersticiales.

Al microscopio electrónico observamos que hay algunas miofibrillas relativamente amplias y de varias sarcómeras, (Fig.49) pero que no guardan un paralelismo dentro de una misma célula ya que es posible verlas cortadas longitudinal y transversalmente en la misma célula y preparación.

Los ribosomas se encuentran en cantidad variable ya que en algunas células son muy abundantes localizándose preferentemente en la periferia de las miofibrillas y formando polisomas helicoidales; en cambio son muy escasos en otros miocitos, los cuales no contienen polisomas. En las células ricas en ribosomas se encuentran gran cantidad de filamentos gruesos, desordenados, entrecruzados, ó en ocasiones agrupados en haces.

El retículo sarcoplasmático es abundante y se encuentra a menudo por debajo del sarcolema y también alrededor de las miofibrillas, principalmente a nivel de

la línea Z.

Por debajo del sarcolema se observan también abundantes vesículas de micropinocitosis. Las condensaciones de la membrana en las zonas de contacto intercelular parecen haber disminuído, sobre todo en lo que se refiere a las largas "fascias adherens" en las que es frecuente encontrar numerosos filamentos gruesos convergentes.

El núcleo y nucléolo no muestra diferencias con respecto a los estadios anteriores.

A los 10 días

Con el microscopio óptico se distingue un aumento de los espacios intersticiales, junto con un alargamiento de la mayoría de las células. En algún miocito es posible encontrar pequeñas miofibrillas, pero ello es bastante raro. (Fig.50)

Al microscopio electrónico, se encuentran miocitos con miofibrillas bien formadas, junto con zonas de filamentos desordenados.

Otros miocitos presentan abundantes fila-

mentos gruesos, desordenados y entrecruzados entre sí.

En ambos tipos celulares se encuentran algunos ribosomas, preferentemente en la periferia de las miofibrillas, más abundantes en las primeras, pero muy raramente formando polisomas helicoidales.

Además se distinguen otras células, de citoplasma más claro, con escasos ribosomas y en cuyo citoplasma raramente se distingue una miofibrilla, sino solamente filamentos gruesos desordenados o agrupados en haces, y en los que abundan más unos filamentos de tipo intermedio que se encuentran dispersos por todo el citoplasma formando una extensa malla.

Las líneas Z, en ocasiones son más gruesas y redondeadas, formando cuerpos Z, que en alguna ocasión hemos visto continuarse con el material electrodensó de una "fascia adherens". (Fig. 51)

Las mitocondrias son abundantes y están desordenadamente dispersas por el sarcoplasma en medio del resto de los orgánulos.

Se distinguen algunos gránulos densos.

El Aparato de Golgi continúa siendo bas-

tante prominente con múltiples cisternas en la zona perinuclear, en las células con ribosomas; siendo más pequeño en las células que carecen de ellos.

Los depósitos de glucógeno parecen haber disminuído, aunque existan en la mayor parte de las células, junto con acúmulos estrellados de lípidos.

El retículo sarcoplasmático está formado por abundantes vesículas en zonas subsarcolémicas y perimiofibrillares, principalmente a nivel de la línea Z, pero en las células con menor cantidad de ribosomas las vesículas se hacen alargadas. En algún caso hemos observado estructuras del tipo: "annulate lamellae".

En algunas ocasiones en el citoplasma se distinguen cuerpos multivesiculares y otros que creemos que son lisosomas primarios.

Los núcleos son redondeados, y al igual que los nucleolos no muestran alteraciones con respecto al estadio anterior.

A los 13 días

En el microscopio óptico no distinguimos ninguna modificación.

Al microscopio electrónico observamos que hay mayor número de células con escasos ribosomas y citoplasma claro con pocos filamentos gruesos agrupados en haces. En todas las células se observan abundantes filamentos finos, desordenados y entrecruzados formando una extensa malla por todo el citoplasma. Generalmente estos filamentos son de un diámetro intermedio entre los dos tipos de micofilamentos, por lo que creemos que corresponden a filamentos intermedios. En alguna ocasión estos filamentos intermedios se encuentran agrupados en una zona del sarcoplasma libre de otros organoides. (Fig.54)

También es posible distinguir algunas miofibrillas que en la mayoría de los casos tienen pocas sarcómeras de longitud, generalmente con un solo cuerpo Z que es redondeado y grueso.

En muchas ocasiones se encuentran abundantes filamentos gruesos totalmente desordenados y entrecruzados.

Las mitocondrias son bastante pequeñas y continen pocas crestas.

Muy raramente encontramos algún "denso".



En algunas células en el área perinuclear es posible observar al centriolo.

El Aparato de Golgi es abundante, pero no tan prominente como en los anteriores estadíos.

El retículo sarcoplasmático es relativamente escaso y sus vesículas algo alargadas. Los depósitos de glucógeno y lípidos son de poca extensión, encontrándose en gran parte de las células que contienen algunos ribosomas, pero están ausentes en la mayoría de las de citoplasma claro sin ribosomas.

En este estadío hemos encontrado abundantes cuerpos multivesiculares y también algunos lisosomas primarios.

No hemos observado alteraciones en los núcleos y nucléolos con respecto a los estadíos anteriores.

Las células generalmente adoptan formas alargadas, y en su sarcolema se evidencian menos condensaciones de la membrana del tipo de desmosoma, que prácticamente han desaparecido. Lo mismo ocurre con las "fascias adherens", que además son de menor longitud, aunque en algún caso hemos distinguido fascias adherens largas

y sinuosas que recordaban una banda intercalar bien diferenciada. (Fig. 53)

También se encuentran algunas células de tipo fibroblasto y algunos macrófagos.

En ocasiones, aparecen algunas células en cuyo citoplasma no se ven filamentos de miosina, pero sí abundantes filamentos delgados, que creemos corresponden a filamentos intermedios, entretejiendo una extensa malla que ocupa todo el citoplasma. Estas células contienen pocas mitocondrias, de pequeño tamaño y escasas crestas, y algunas vesículas de retículo endoplasmático, sin distinguirse en ellas ningún otro organoide. Tampoco poseen depósitos de glucógeno ni acúmulos lipídicos. En ellas el núcleo es único central y ovalado careciendo muchas veces de nucleolo.

A los 15 días

En este estadio los cultivos habían dejado de latir.

Con el microscopio óptico observamos que las células presentan en su mayoría formas alargadas, de-

jando entre sí amplios espacios intercelulares. Los citoplasmas son bastantes claros, conteniendo pocos corpúsculos tingibles.

Con el microscopio electrónico encontramos un aumento de las células de citoplasmas claros con escasos o sin ribosomas y conteniendo algunos filamentos de miosina agrupados en haces y gran cantidad de filamentos delgados distribuidos al azar, que muchas veces se encuentran agrupados en áreas libres de otros orgánoides.

Algunas células contienen filamentos gruesos desordenados o bien formando pequeños miofibrillas.

Raramente, hay algún gránulo denso en el citoplasma.

Los depósitos de glucógeno y lípidos son relativamente escasos y de poca extensión.

El aparato de Golgi tiene generalmente menor número de cisternas que en los estadios anteriores siendo menor a medida que disminuye la cantidad de ribosomas.

Hay abundantes cuerpos multivesiculares y algunos lisosomas primarios.

En el sarcolema, se observan pocos desmosomas y "fascias adherens", generalmente de escasa longitud.

Por debajo del sarcolema es frecuente observar vesículas de micropinocitosis.

El núcleo es redondeado, presenta pocos poros nucleares y en su interior hay en ocasiones un pequeño nucleolo.

A los 17 días.

Al microscopio óptico, observamos, como en los estadios anteriores células con citoplasmas alargados, bastante claros con escasos corpusculos tingibles. Los núcleos son ovalados y generalmente con un solo y pequeño nucleolo.

Al microscopio electrónico encontramos los mismos tipos celulares que en el estadio anterior, siendo mas abundantes las células que carecen de ribosomas, con gran cantidad de filamentos de tipo intermedio y escasos o ningún filamento grueso.

En estas células raramente se encuentran pequeños depósitos de glucógeno y de lípidos.



También se observan algunas pocas células con abundantes filamentos de miosina desordenados y raramente unidos a un cuerpo Z. (Fig. 56).

En estas células se distinguen algunos ribosomas y pueden poseer gránulos densos.

Es frecuente observar en ellas cuerpos multivesiculares y también lisosomas primarios.

El aparato de Golgi es pequeño y conserva la localización perinuclear.

El retículo sarcoplasmático está formado por pocas vesículas distribuidas al azar por todo el citoplasma, y en una ocasión hemos visualizado un "anulate lamellae".

El núcleo es claro de forma generalmente ovalada con pocos poros nucleares y con un pequeño nucleolo.

El sarcolemma presenta muy pocas "fascias adherens", de escasa longitud, no visualizándose ningún desmosoma.

Por debajo del sarcolemma es frecuente encontrar vesículas de micropinocitosis.

En este estadio hemos observado una célula de tipo fibroblasto con un cilio. (Fig. 57).

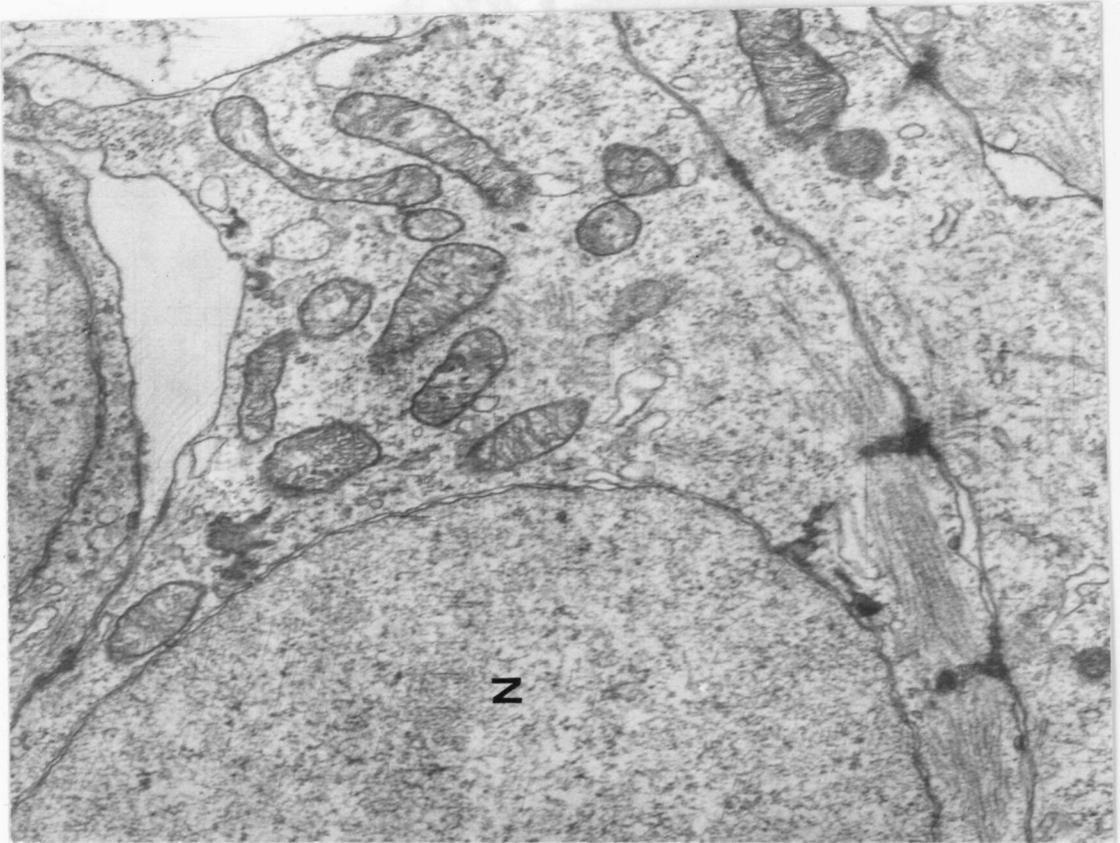


Fig. 45 : Embrión de 4 días cultivado 2 días.

En este miocito el sarcolema aparece engrosado en dos zonas a modo de " fascia adherens " que se continúan con dos cuerpos Z miofibrilares. N- núcleo

27.500 X.

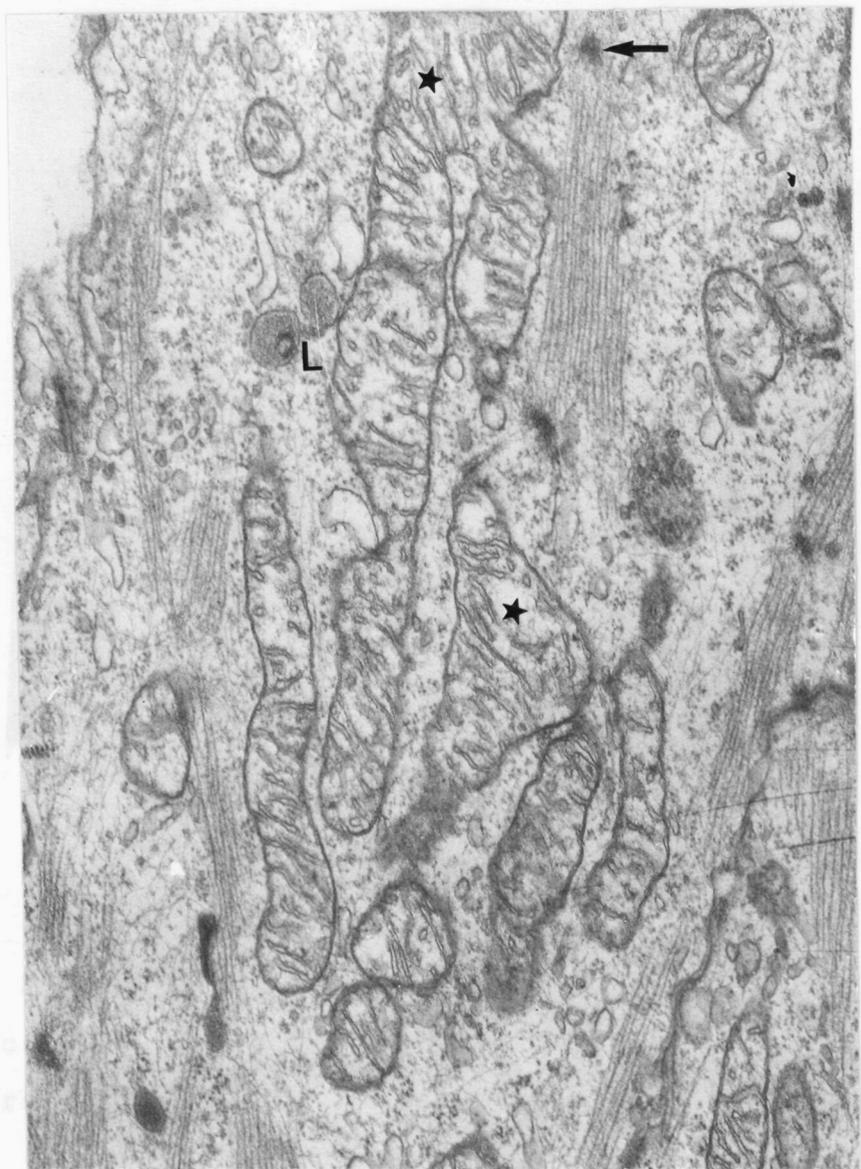


Fig. 47 : Embrión de 4 días cultivado 2 días. Miocito con grandes mitocondrias (asteriscos), que en ocasiones tienen formas irregulares. Se observan miofibrillas iniciales con cuerpos Z (flechas). En todo el sarcoplasma hay una extensa malla de filamentos delgados. También aparecen lisosomas primarios (L).
33.000 X.

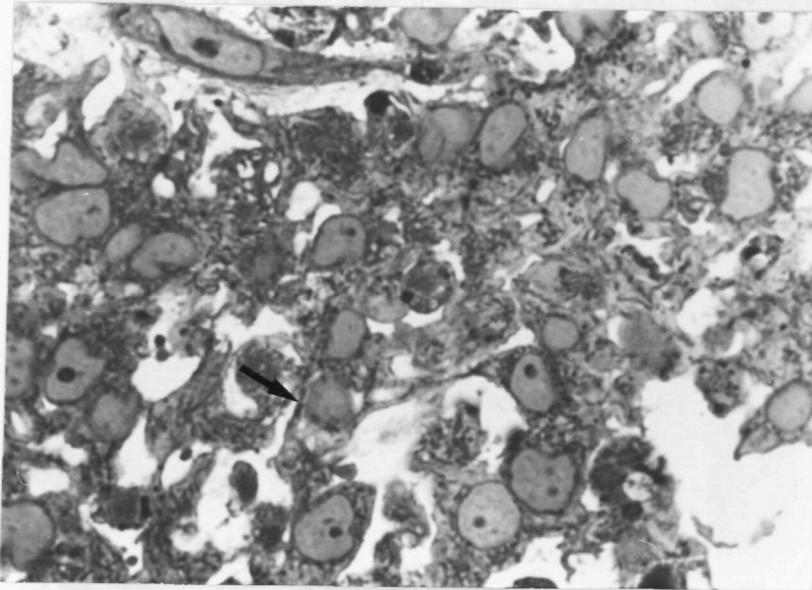


Fig. 48 : Embrión de 4 días cultivado 4 días.
Microscopio óptico. Células con amplios espacios
intersticiales, algunas de las cuales poseen miofibri-
llas (flecha). 3.000 X.

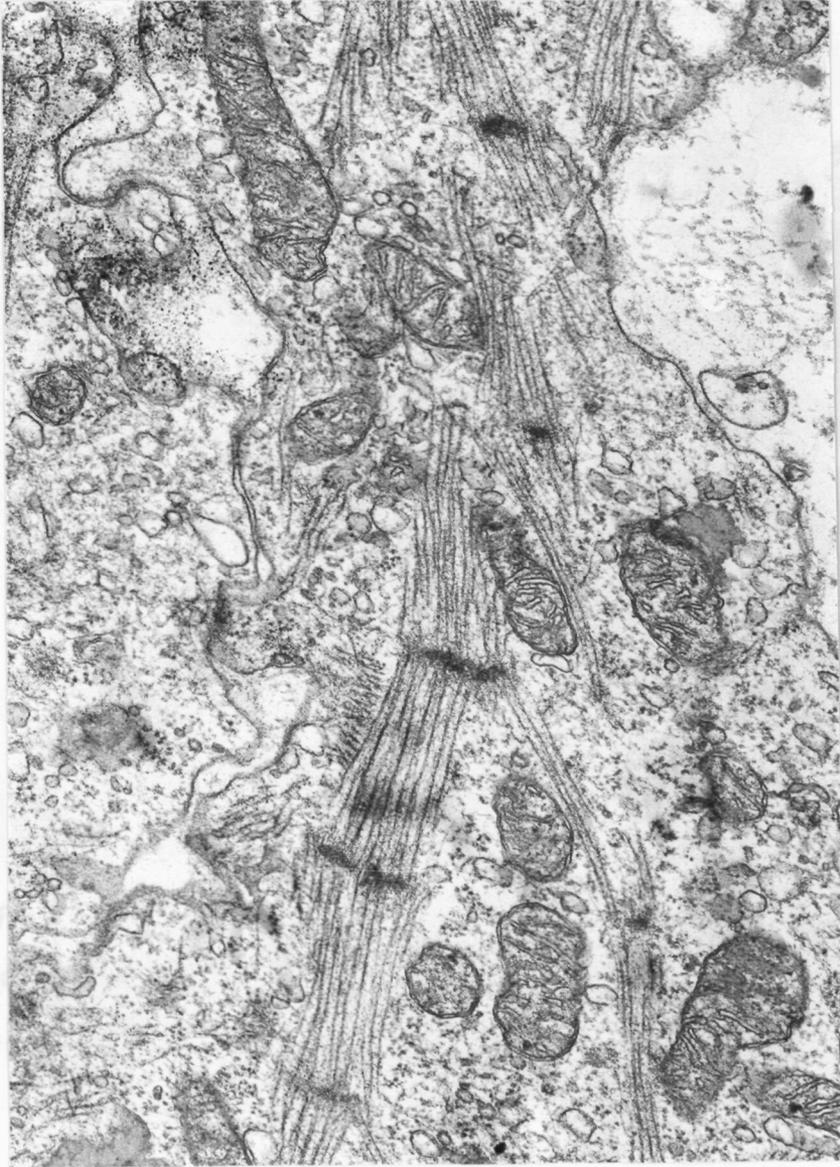


Fig. 49 : Embrión de 4 días cultivado 8 días.
Miocito en diferenciación con miofibrillas iniciales
que en ocasiones están ramificadas a nivel de las lí-
neas Z. En el sarcoplasma se evidencian algunos ribo-
somas. 33.000 X.

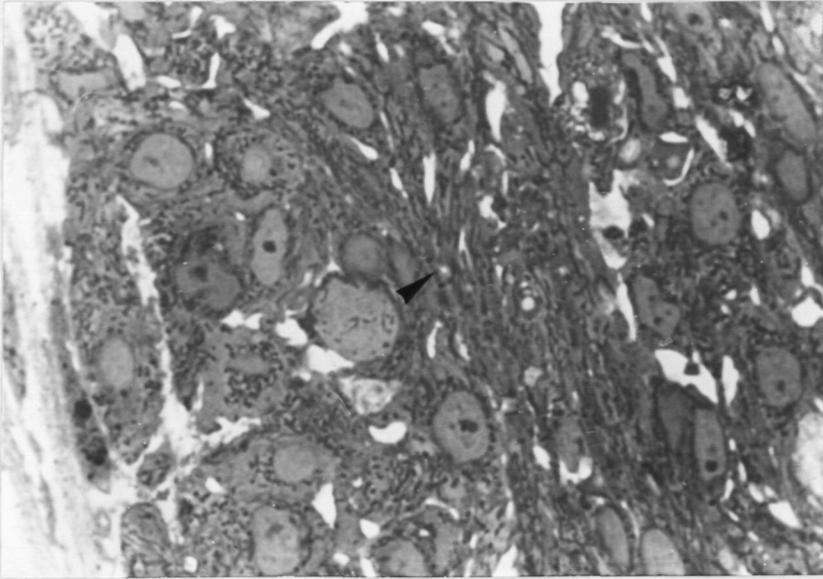


Fig. 50 : Embrión de 4 días cultivado 10 días.
Microscopio óptico. Miocardio cultivado cuyas células presentan algunas miofibrillas (flechas). 3.000 X.

observa continuidad entre las "fascias adherens" y las
líneas Z. (Fig. 51). 3.000 X.

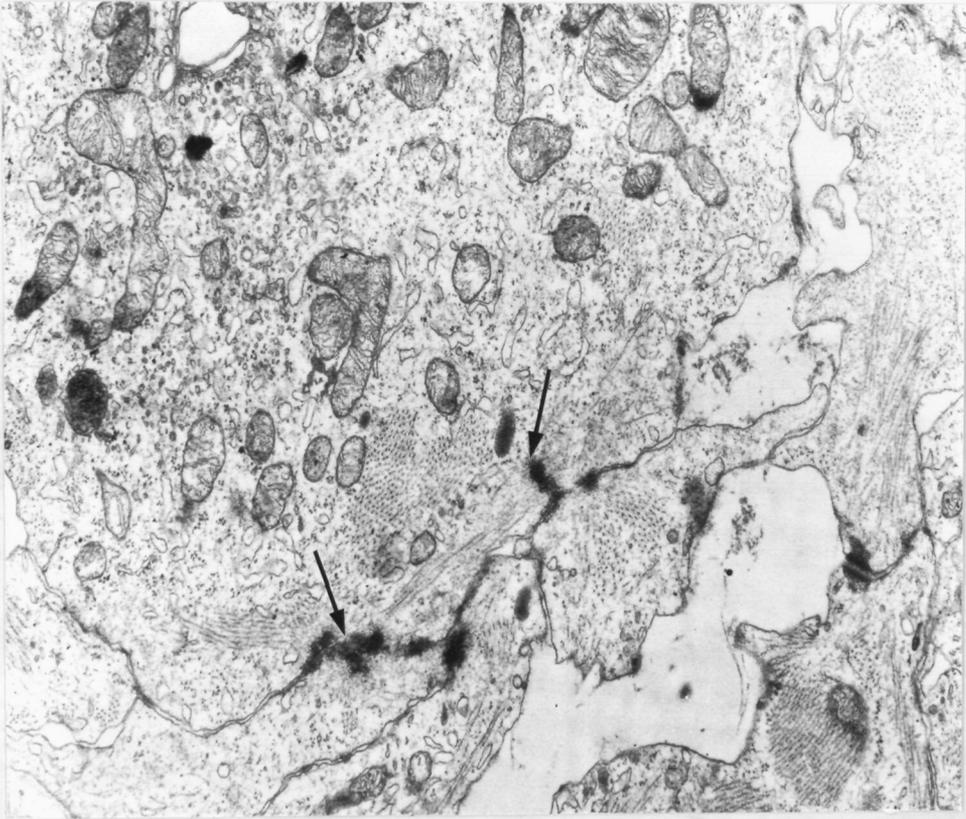


Fig. 51 : Embrión de 4 días cultivado 10 días.
Miocito con algunas miofibrillas, en el que también se
observa continuidad entre las "fascias adherens" y las
líneas Z. (flechas). 30.000 X.