

MUSCLE IS A BASIC TISSUE

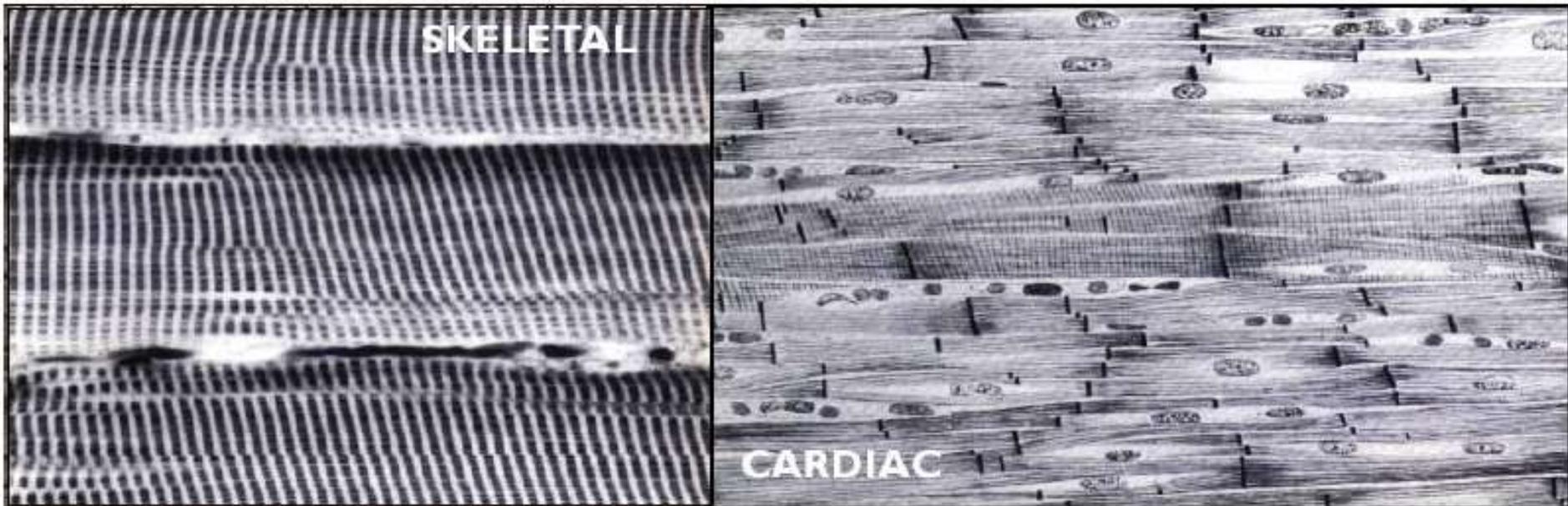
- **DEFINITION:** Muscle is *a tissue specialized for contraction and transmission of impulses*
- **Extreme example of specialization and differentiation for limited, specific functions**
- **Always associated with CT's**
- **Almost always associated with nervous tissue**

• بافت عضلانی

- در ماهیها و دیگر مهره داران، بافت های عضلانی در سه قسمت عمده بدن وجود دارند: **عضلات اسکلتی**، قلب و دیواره اندام های توخالی.
- از نظر میکروسکوپی، برش های طولی بافت **عضلانی قلبی و اسکلتی** نشان میدهد که سلول های آنها (رشته های عضلانی Myofibers) دارای **خطوط متقاطع** هستند،
- در حالی که بافت عضلانی اندام های توخالی متشکل از رشته های عضلانی بدون خطوط متقاطع و ظاهری است و ظاهری **صاف** دارند.
- بنابراین، سه نوع اصلی سلول های عضلانی شناسایی می شود:
- رشته های عضلانی اسکلتی مخطط (رابدومیوسیت ها **Rhabdomyocytes**) که در عضلات اسکلتی بوده و محل اتصال آنها در ابتدا و انتهای استخوان هاست؛
- کاردیومیوسیت های مخطط **Striated cardiomyocytes** که در دیواره قلب وجود دارند؛
- رشته های عضلانی صاف (لیومیوسیت ها **Leiomyocytes**) که بخش انقباض دیواره بیشتر اندام های احشایی را تشکیل می دهند.

STRIATED MUSCLE

- Two types: **SKELETAL** and **CARDIAC**
- More similar than they are different
- Skeletal muscle the archetype for both



- عضله اسکلتی
- رشته‌های عضلات اسکلتی (رابدومیوسیت‌ها) سینسیتیای چندهسته‌ای **Multinucleated syncytia** دارند.
- هسته‌های دوکی‌شکل اغلب در اطراف سلول و زیر غشای پلاسمایی که سارکولما **Sarcolemma** نامیده می‌شود، قرار دارند.
- میوفیبریل‌های عضلانی که به صورت موازی باهم در کل طول یک رشته قرار گرفته‌اند، در زیر میکروسکوپ و با بزرگنمایی بیشتر به صورت نخ‌های طویل دیده می‌شوند.
- رابدومیوسیت‌ها در مقاطع عرضی ظاهر چندضلعی دارند که هسته‌ها در حاشیه هستند.
- فضاها بین میوسیت‌ها **Myocytes** را بافت همبند سستی پر می‌کند که واجد مویرگ است.

- رابدومیوسیت ها در برش طولی به صورت نوارهای مخطط روشن (I) و تاریک (A) دیده می شوند که نظم و ترتیب مشخصی دارند. هر باند A توسط خط عرضی تیره ای (خط Z) به دو نیم تقسیم می شود.
- دو نوع کاملاً مشخص عضلات اسکلتی

- قرمز

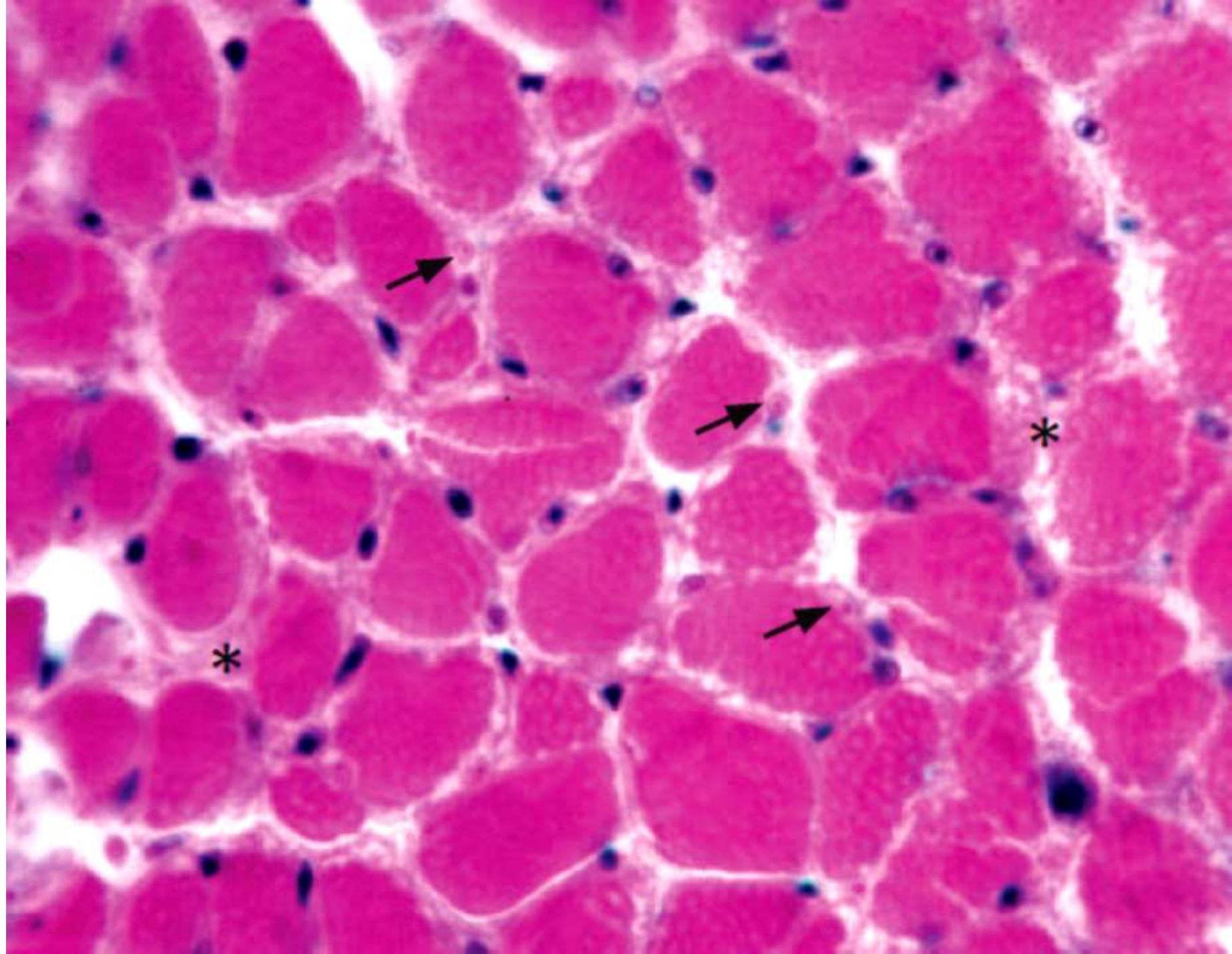
- سفید



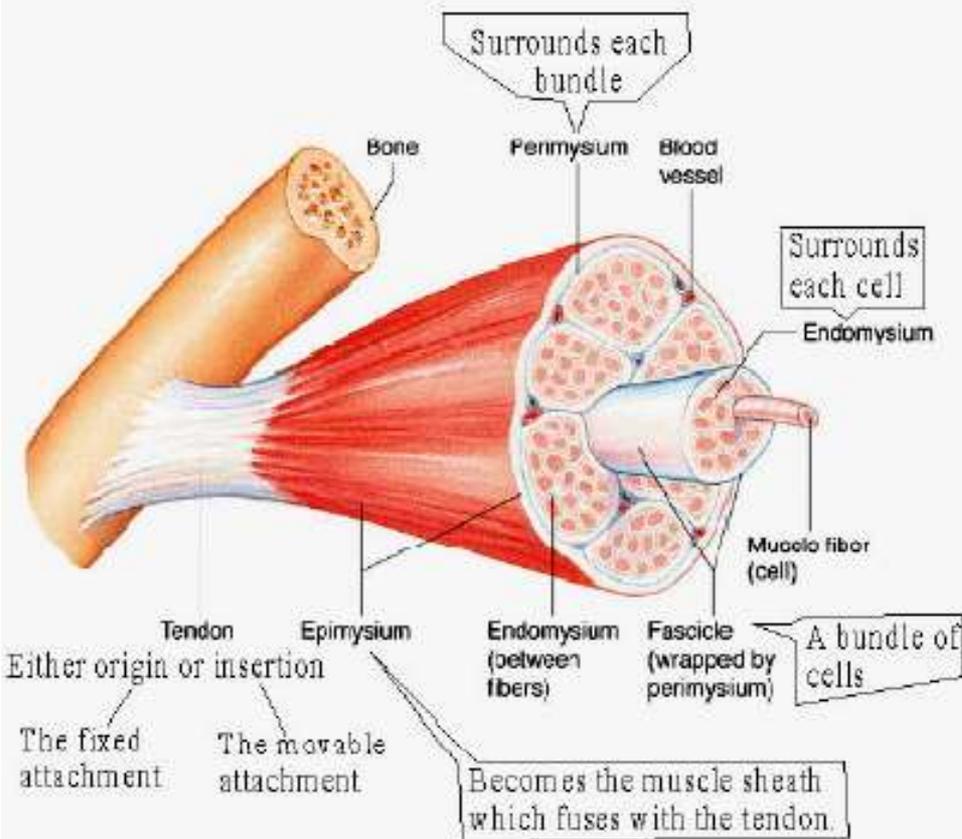
- تولید صدا در بسیاری از گونه های ماهیان (برای مثال خانواده کاراپیده *Carapidae*) نتیجه عمل عضلات خارجی موجود روی کیسه هواست.

- رشته های صوتی و میوفیبریل ها یک سازماندهی هلیکوئیدی **Helicoidal** (حلزونی) نامعمولی دارند: میوفیبریل ها در مرکز خطوط مستقیمی دارند، در حالی که به سمت محیط خطوط بیشتر خمیده می شوند و تا می خورند.

- در حالی که شماری از رشته های عضلانی در زمان تولد در پستانداران تعداد ثابتی دارند و در بسیاری از گونه های ماهیان، تعداد رشته های عضلانی در طول زندگی افزایش می یابد.



Structure of a Skeletal Muscle

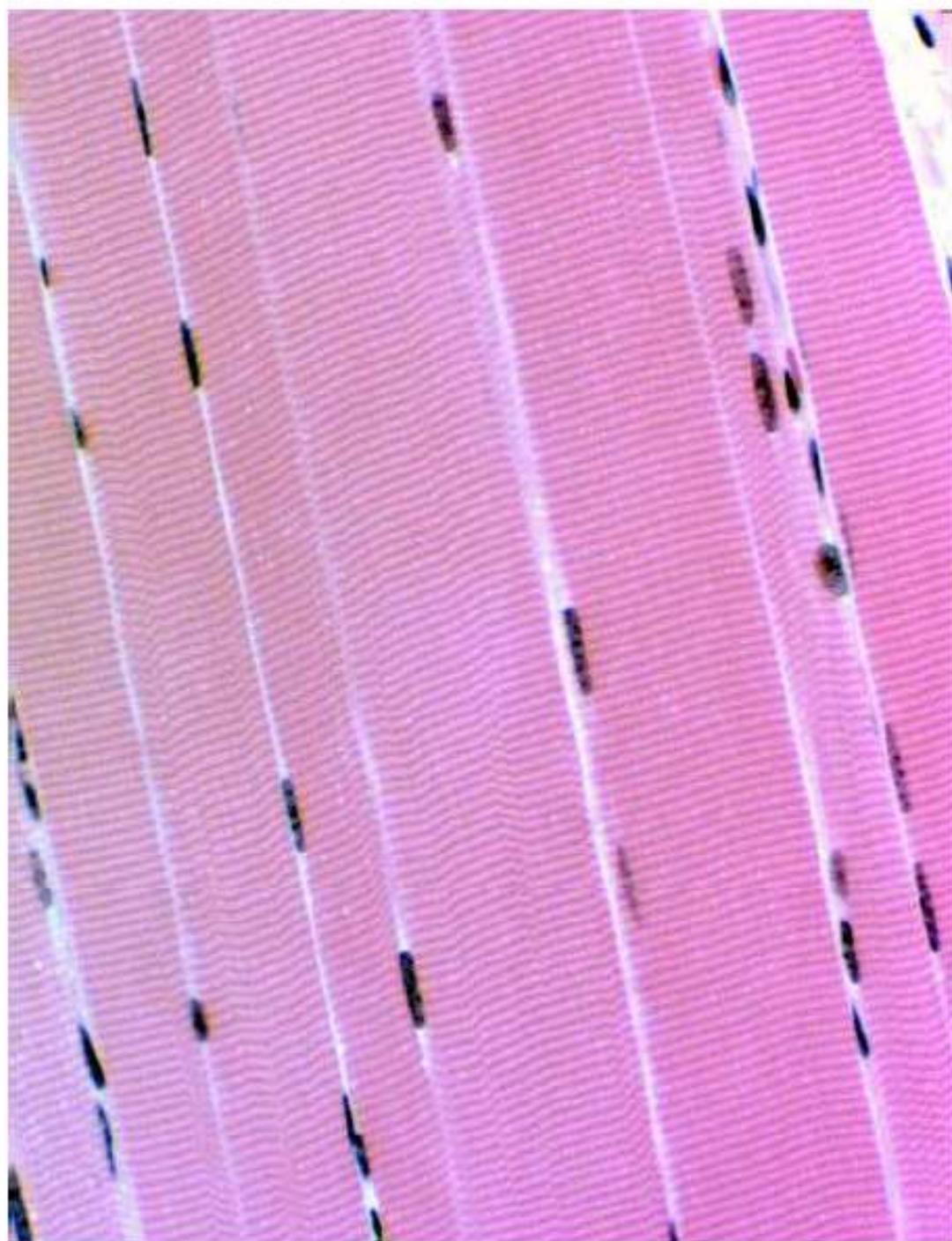


ORGANIZATION IN SKELETAL ANATOMIC MUSCLES

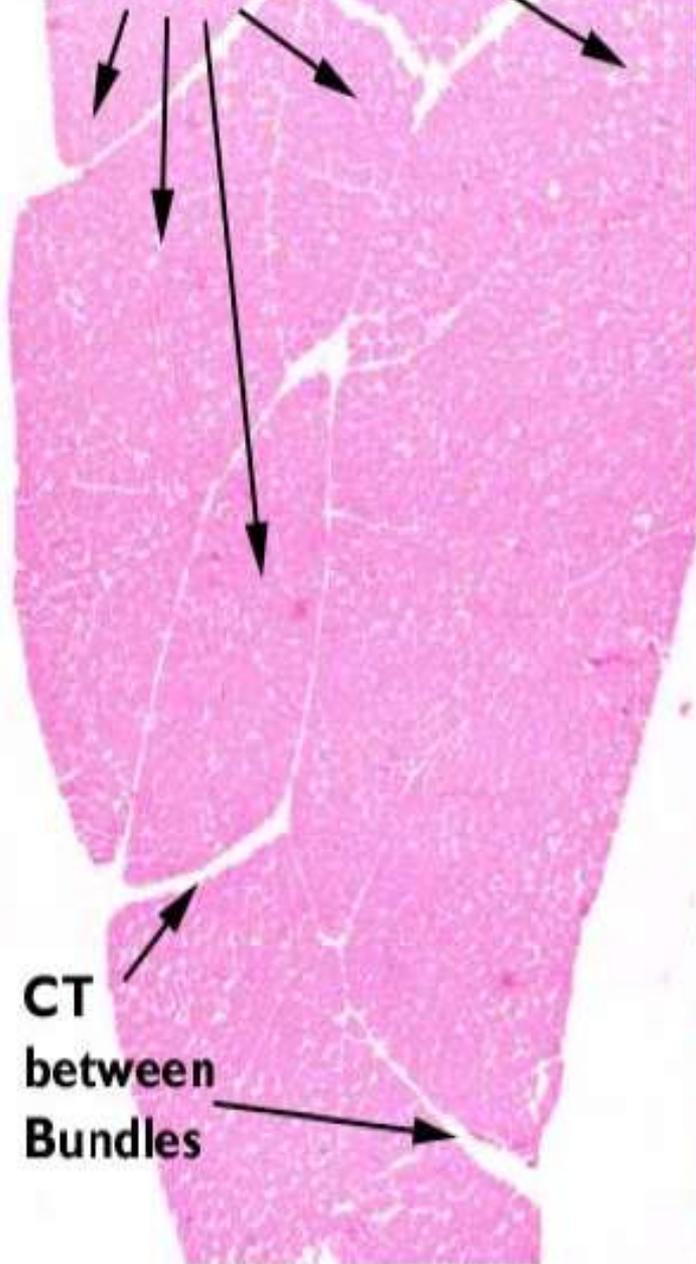
- CT bundles demarcate **FASCICLES**
- Fascicles composed of **MYOFIBERS**
- Myofibers are cells
- Myofibers contain **MYOFIBRILS**
 - Orderly arrays of filamentous subunits
- Myofibrils are made of **MYOFILAMENTS**
 - Actin and Myosin

SKELETAL MUSCLE

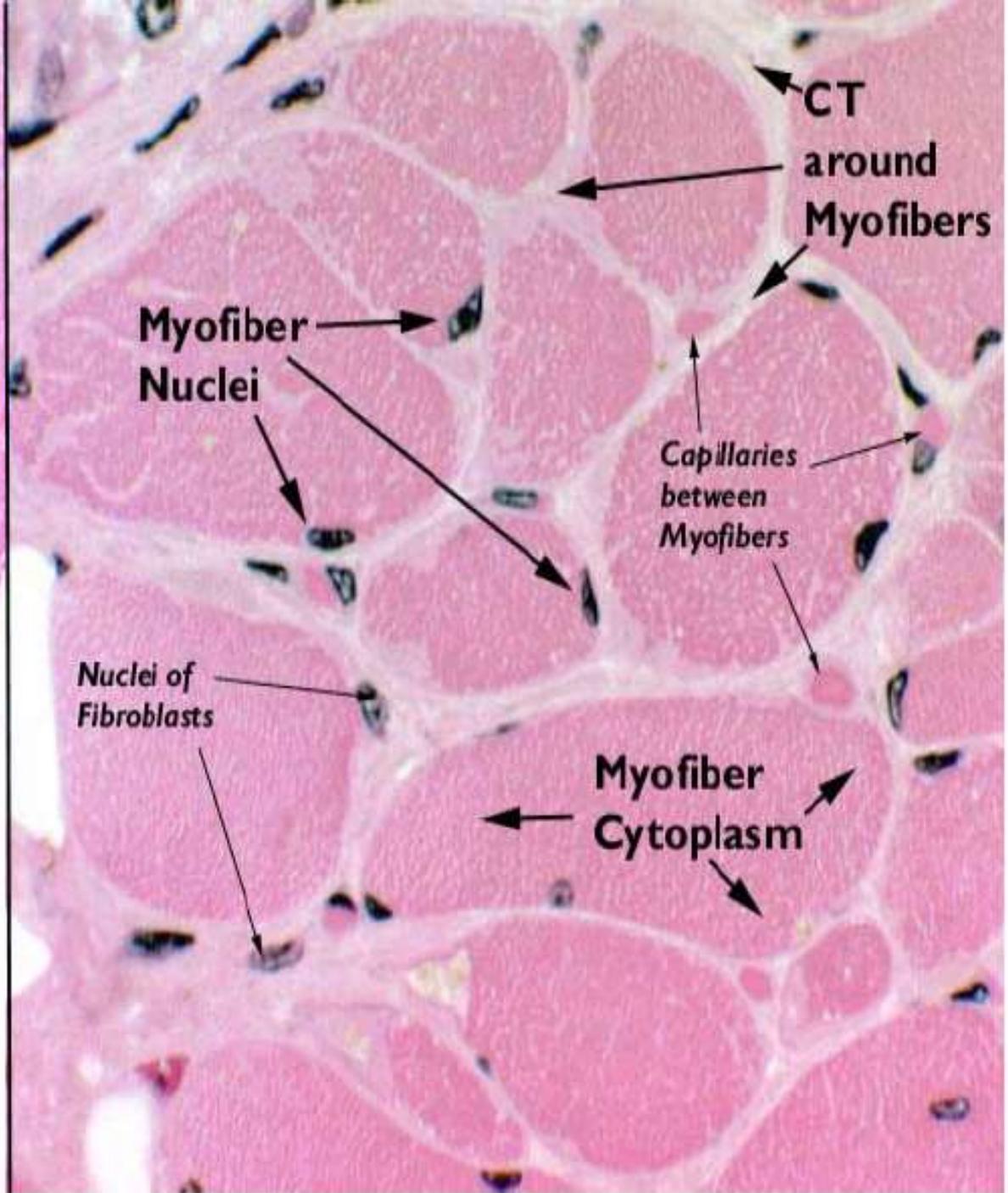
- “Voluntary” i.e., *usually* under conscious control
 - Intimate, *absolutely necessary* interaction with nervous tissue
 - Responds *only* to nervous stimuli
- Most abundant form
- Function to provide for movement
- Affected by hormones, nutrition, disease, etc.
- Cross striations are hallmark
 - Very large cells
 - Blood vessels between



**Muscle bundles in
Cross section**



**CT
between
Bundles**



**CT
around
Myofibers**

**Myofiber
Nuclei**

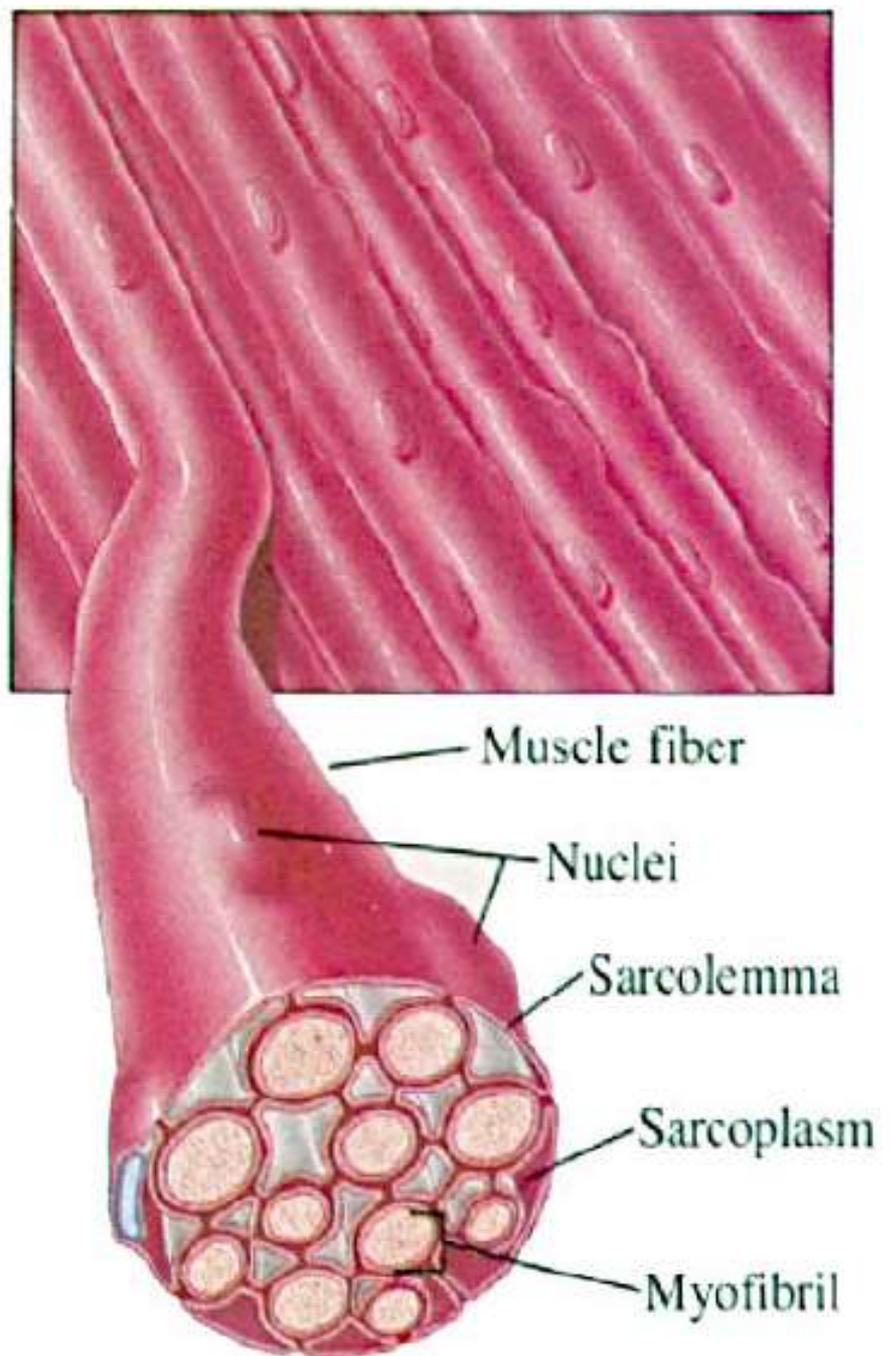
**Capillaries
between
Myofibers**

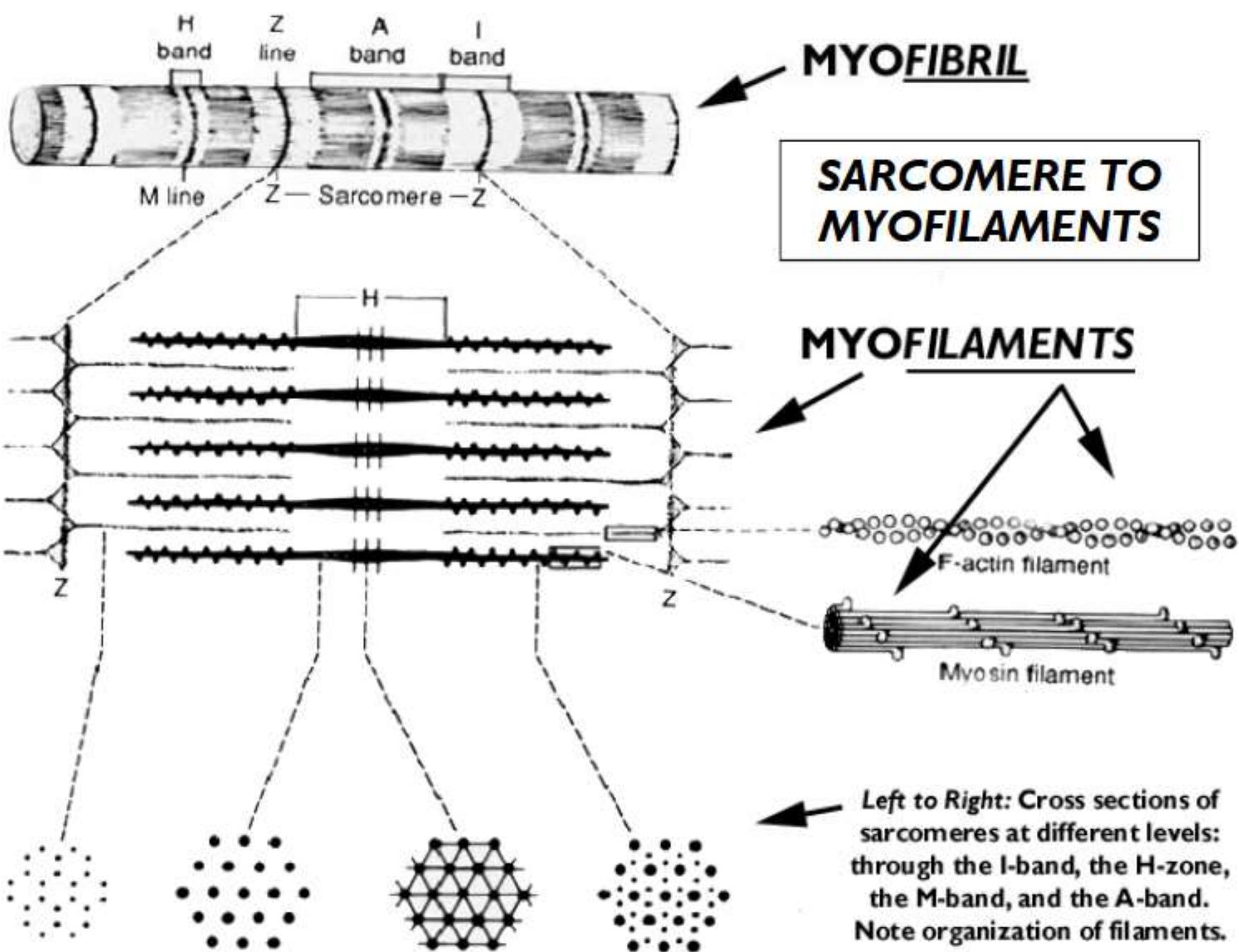
**Nuclei of
Fibroblasts**

**Myofiber
Cytoplasm**

MYOFIBER

- **Basic cell of skeletal muscle**
 - **EACH** myofiber is a **SINGLE CELL**
- **May have 1000's of nuclei**
- **100-150 microns diameter**
- **A single Myofibers may be several FEET long**
- **Highly specialized**
 - **Cannot divide**
- **Packed with contractile elements in PARALLEL and in REGISTER with each other**
 - **Cytoplasm almost wholly contractile material**
 - **Sarcomeres laid end to end like railroad cars**
 - **Each myofibril is anchored at the ends of the myofiber**





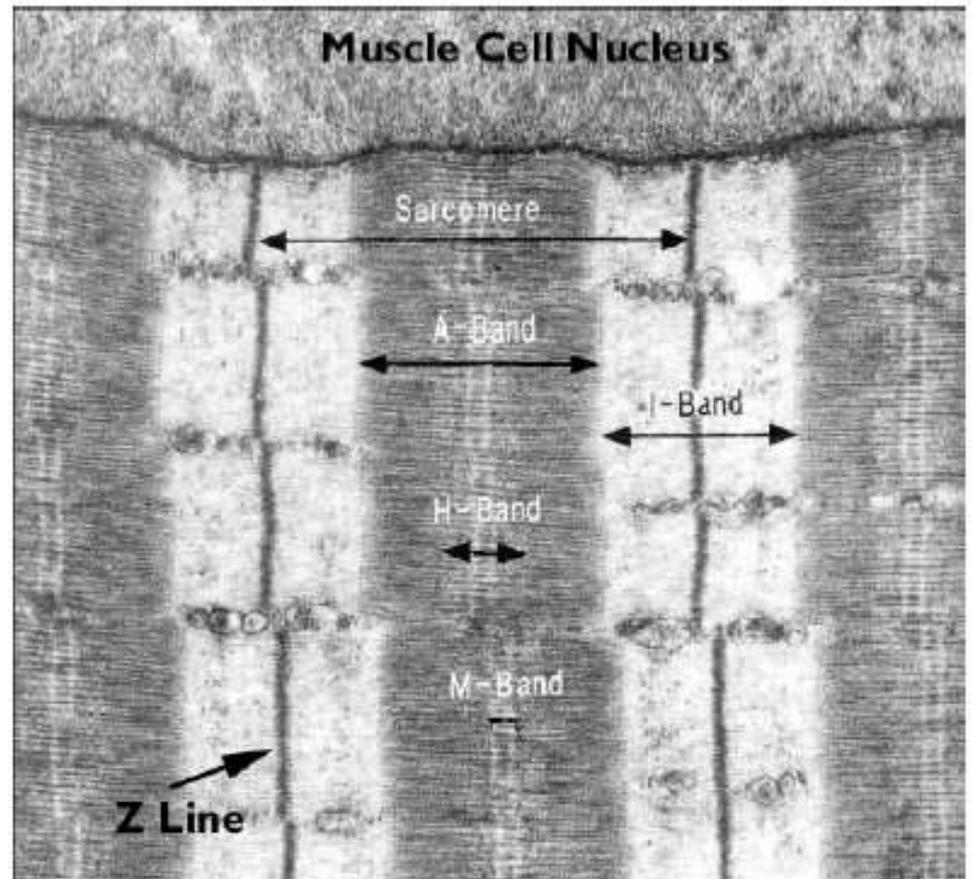
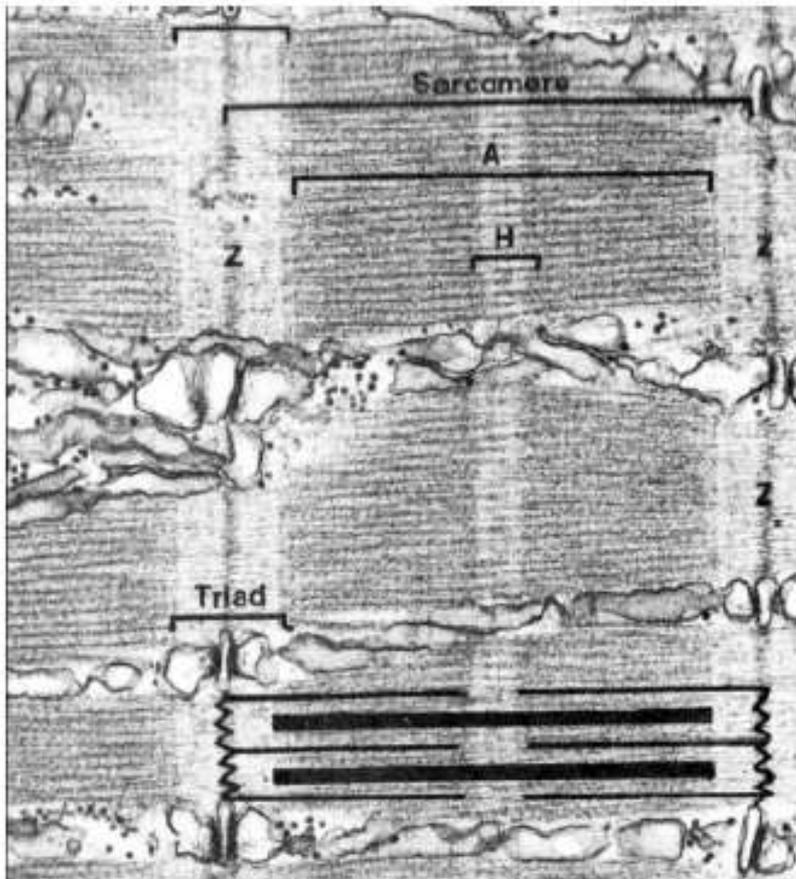
FROM Z TO SHINING Z: THE SARCOMERE

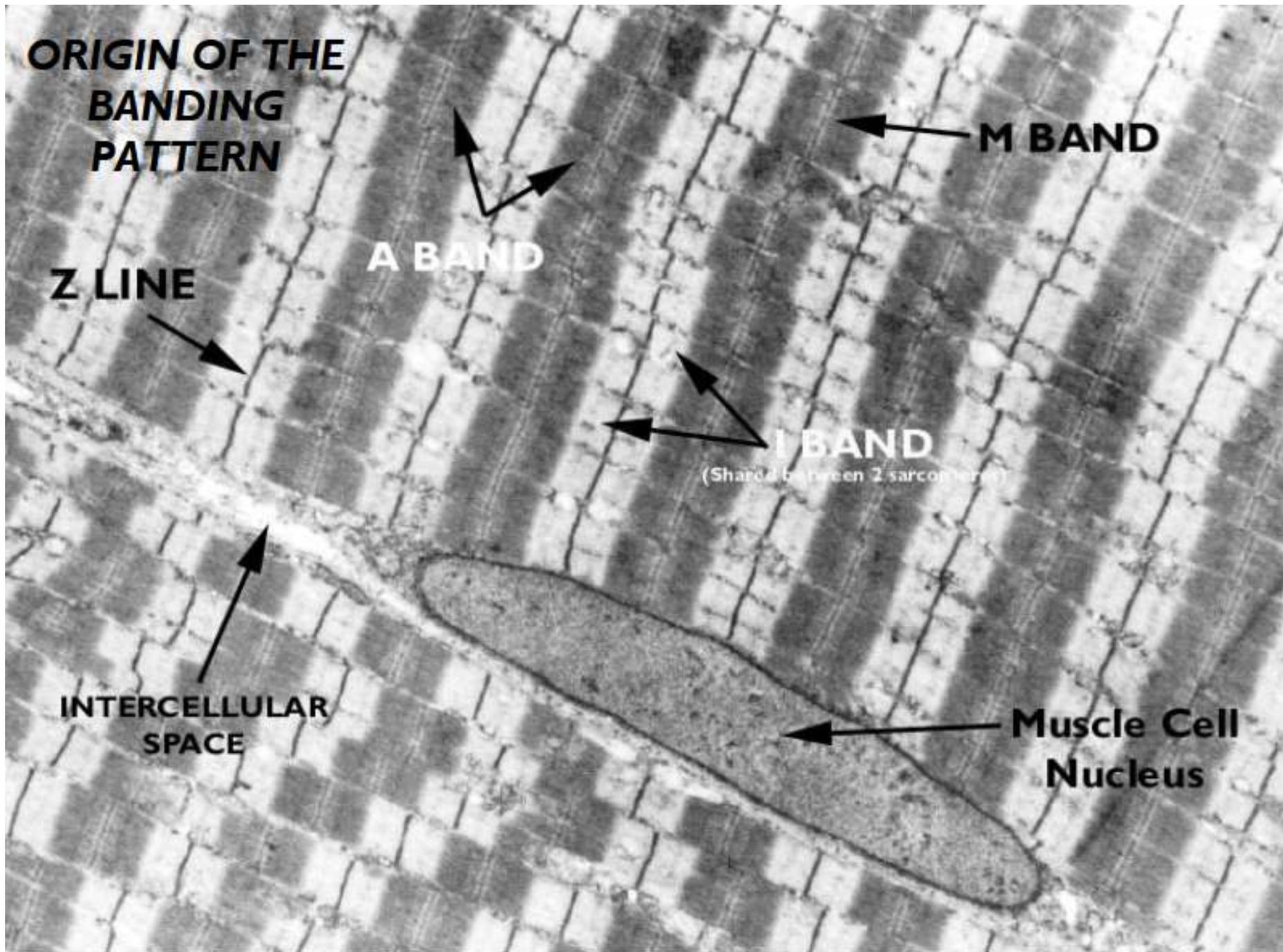
Basic contractile unit of striated muscle

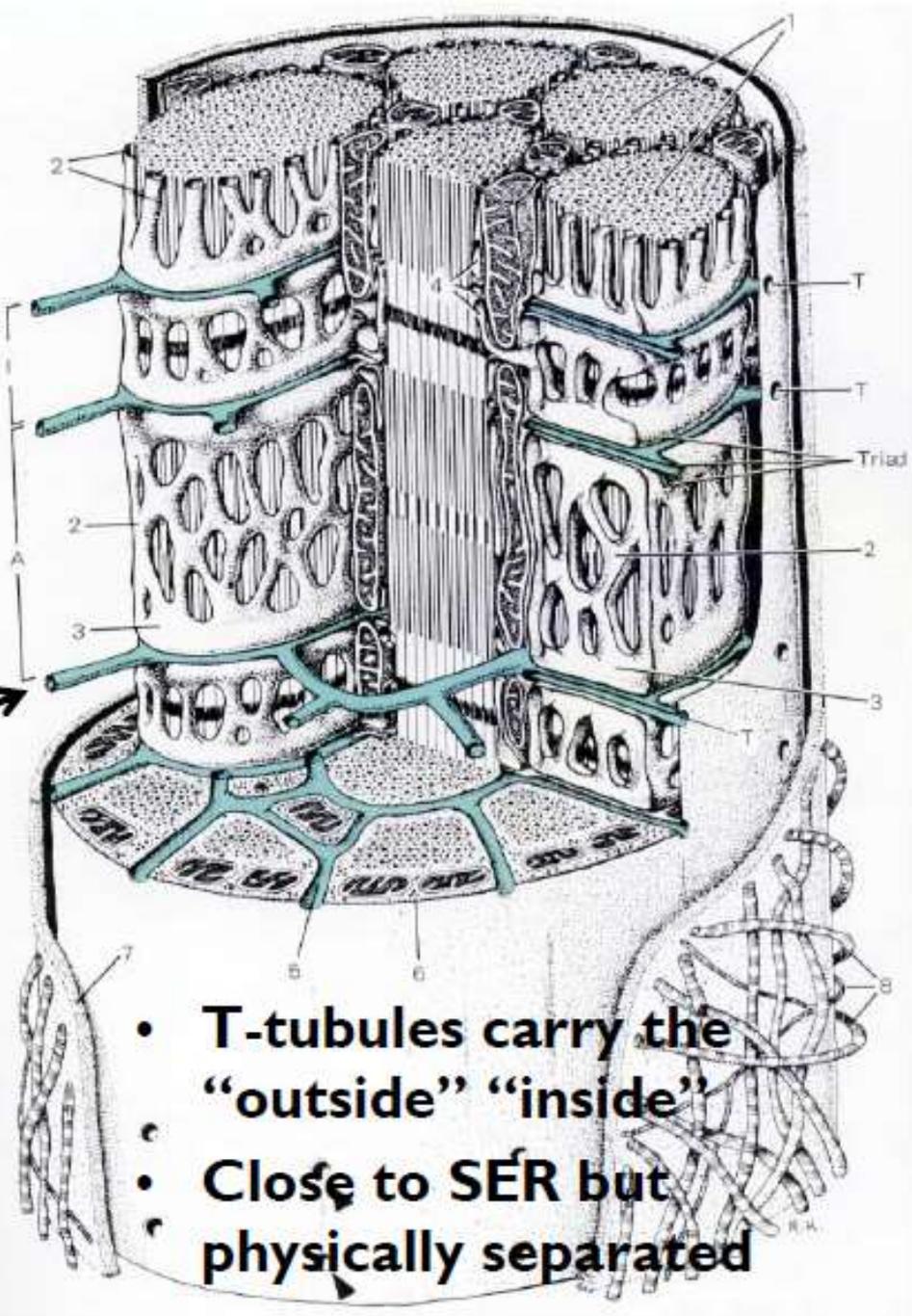
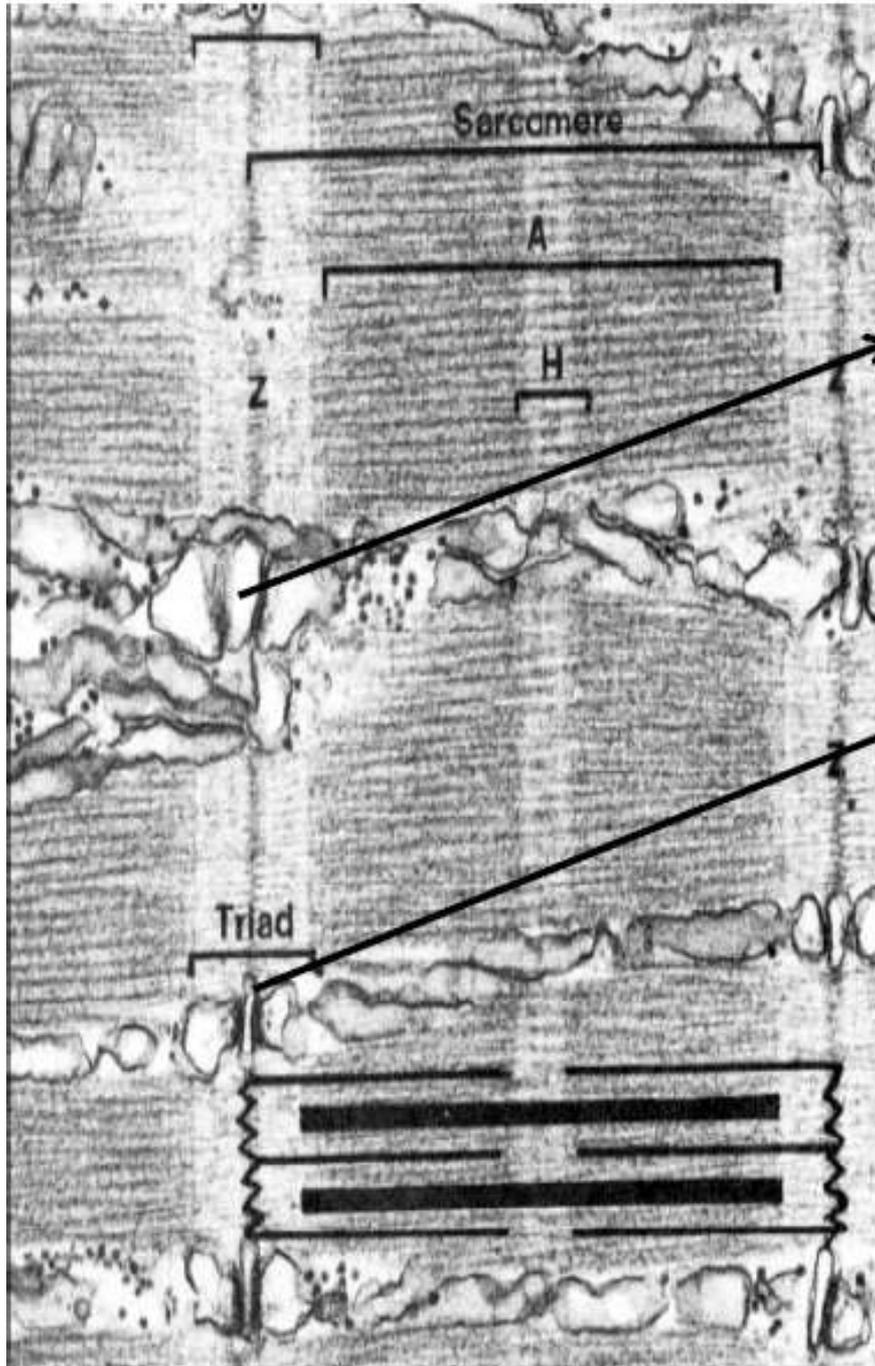
Each myofiber has millions of them in series

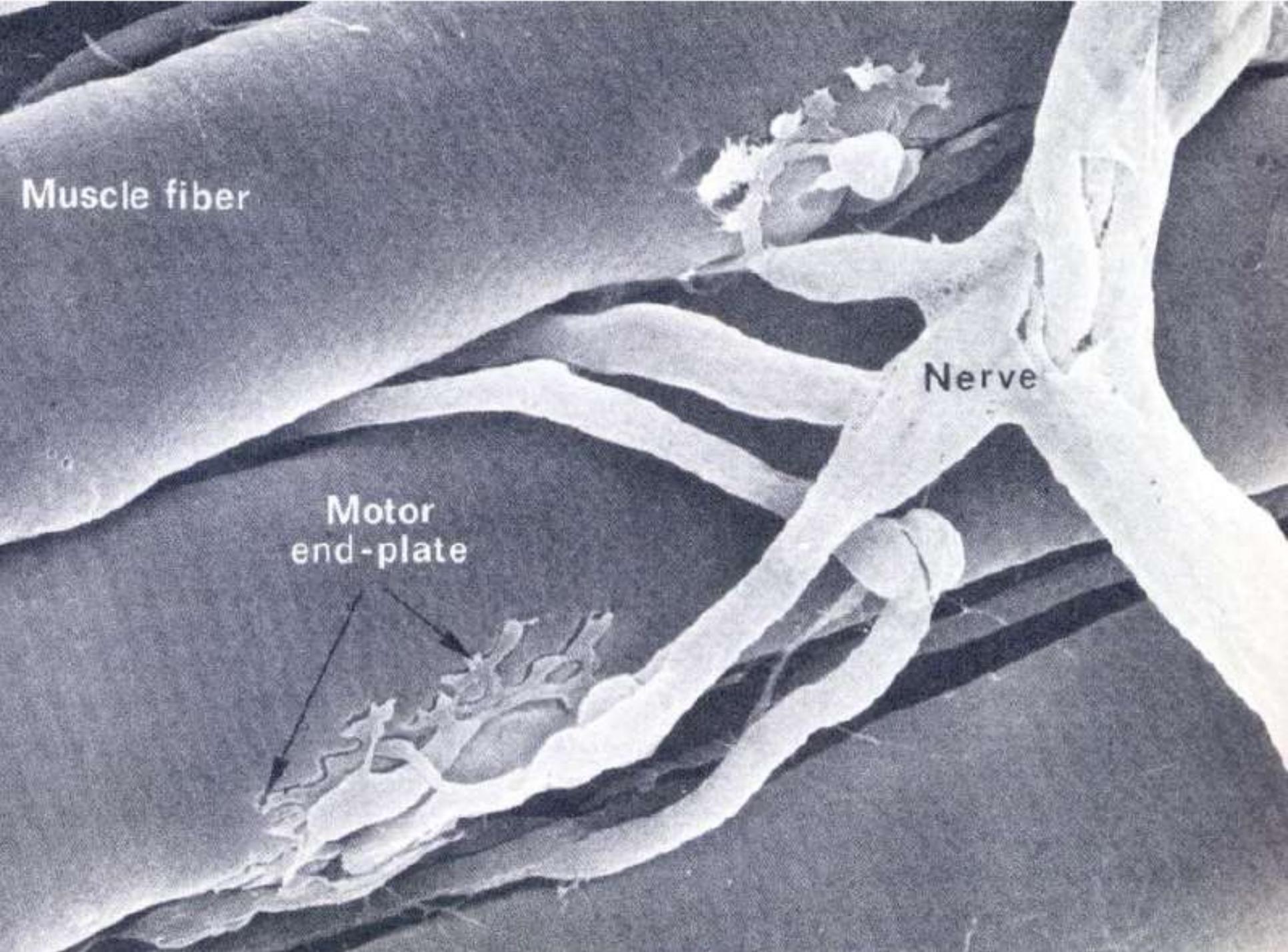
Sarcomeres contract about 0.4 microns each

Sarcomeres made of actin & myosin microfilaments









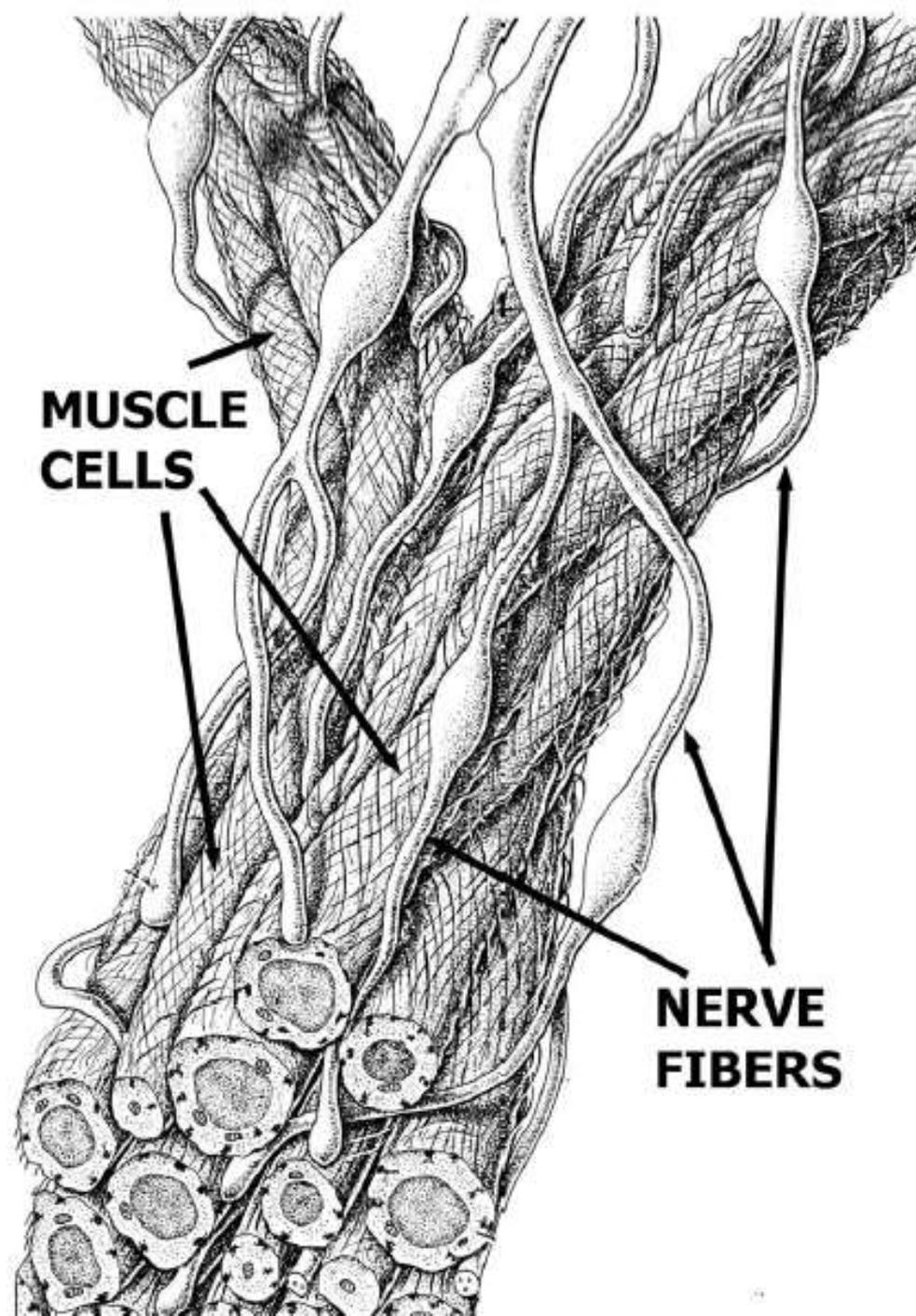
Muscle fiber

Nerve

Motor
end-plate

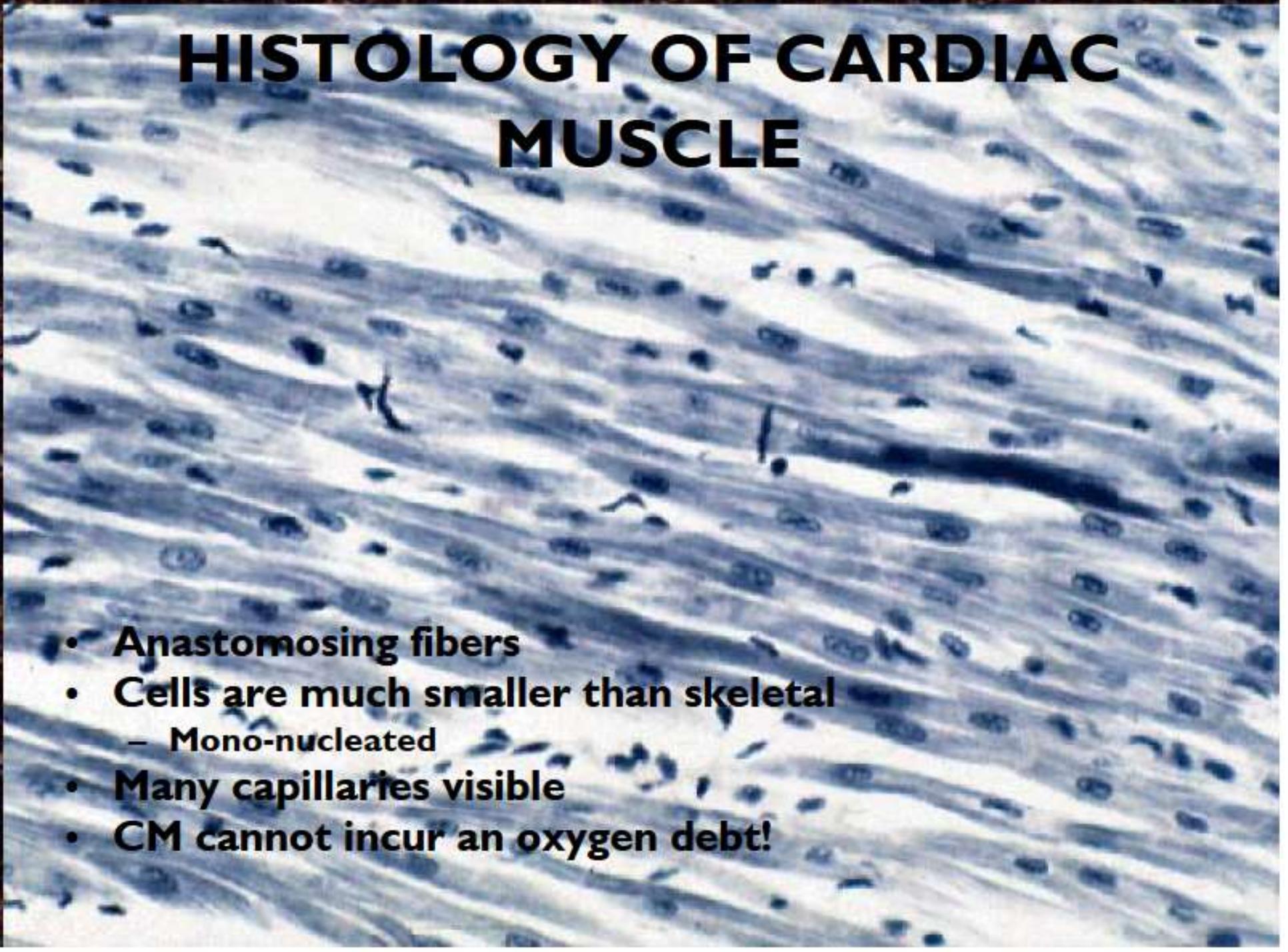
NEURAL RELATIONSHIPS IN SMOOTH MUSCLE

- **NO** elaborate NMJ
- **Nerve fibers** end on cells
- **Neurotransmitter uptake** by pinocytosis and/or diffusion



HISTOLOGY OF CARDIAC MUSCLE

- Anastomosing fibers
- Cells are much smaller than skeletal
 - Mono-nucleated
- Many capillaries visible
- CM cannot incur an oxygen debt!



عضله قلبی

- عضله قلبی (اشامل يك سينسیتیوم (اتصالات) محکمی از کاردیومیوسیت ها است که به صورت آناستوموز به هم متصل شده اند و موازی باهم قرار دارند. در محل اتصالات، صفحات بینابینی (کمپلکس های ارتباطی) قرار دارند. این ساختار فقط در عضله قلبی یافت می شود. کاردیومیوسیت های بالغ يك الگوی مخطط متقاطع را شبیه به آنچه در عضله اسکلتی وجود دارد، نشان می دهند.

- اما هر سلول عضله قلبی فقط دارای يك یا به ندرت دو هسته با رنگ پذیری کم است که در مرکز سلول قرار گرفته اند. اطراف سلول را غلاف ظریفی از بافت همبند اندومیزیال فرا گرفته حاوی شبکه غنی مویرگی است.

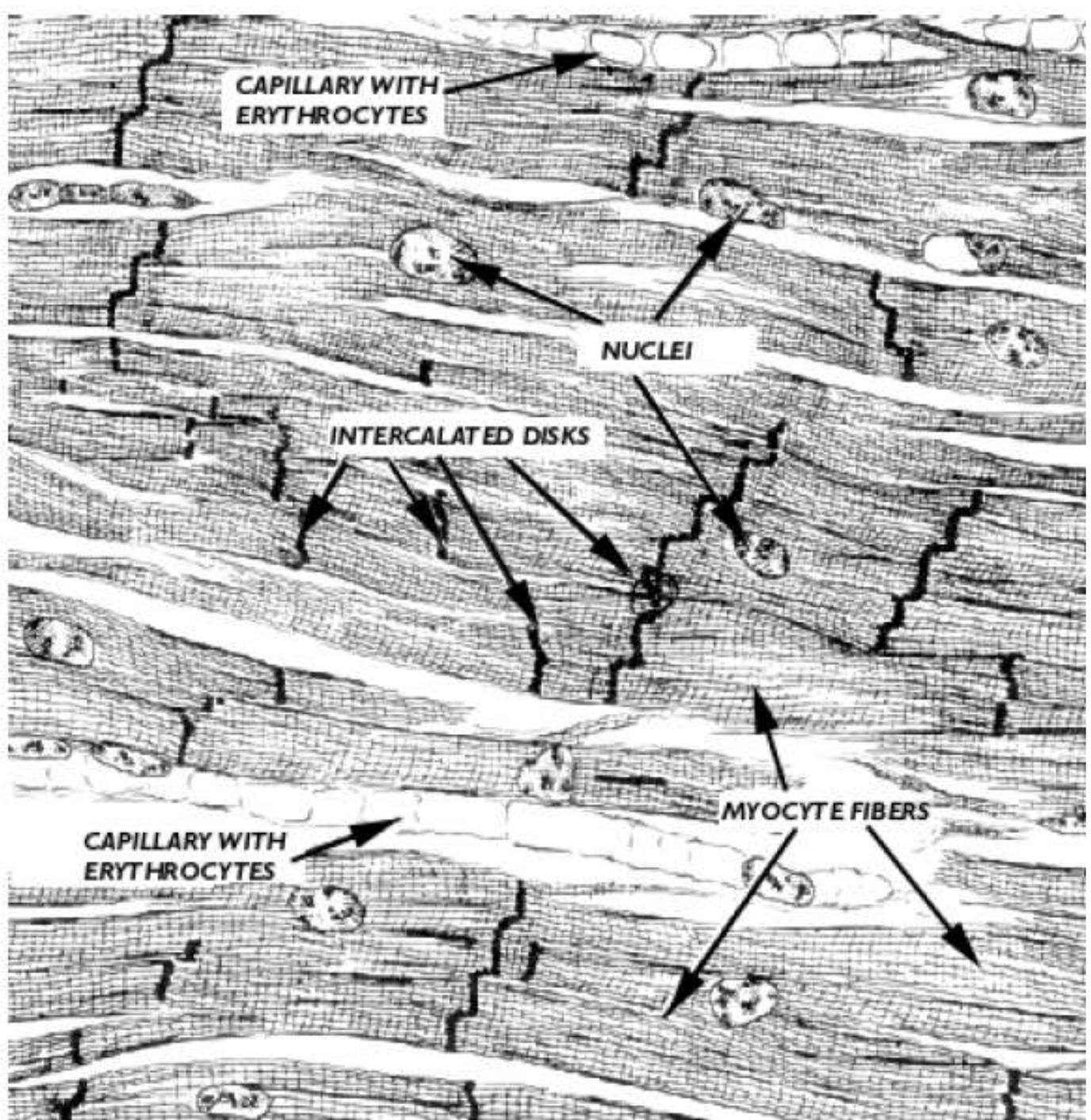
- کاردیومیوسیت ها حتی در ماهیان مسن نیز توانایی ترمیم را دارند. کاردیومیوسیت ها واجد هر دو رشد هیپرپلازی و هیپرتروفی هستند.

- مسیرهای هدایتی ویژه ای (رشته های پورکنژ Purkinje fibers) در مهره داران عالی تر یافت می شود که به نظر می رسد قلب ماهیان فاقد آن است.

- اما سلول های پیس میکر Pacemaker (تنظیم کننده ضربان قلب) قلبی معدودی برخی اوقات به طور تصادفی در مقاطع بافت شناسی مجاور دریچه دهلیزی- بطن و گاهی در قسمت هایی که دهلیز ضربان قلب را آغاز می کند، یافت می شوند. این سیگنال سپس به بطن هدایت می شود و انقباض بطنی را ایجاد می کند. تعداد ضربان قلب با حرارت و مهار عصب واگ تحت تاثیر قرار می گیرد.

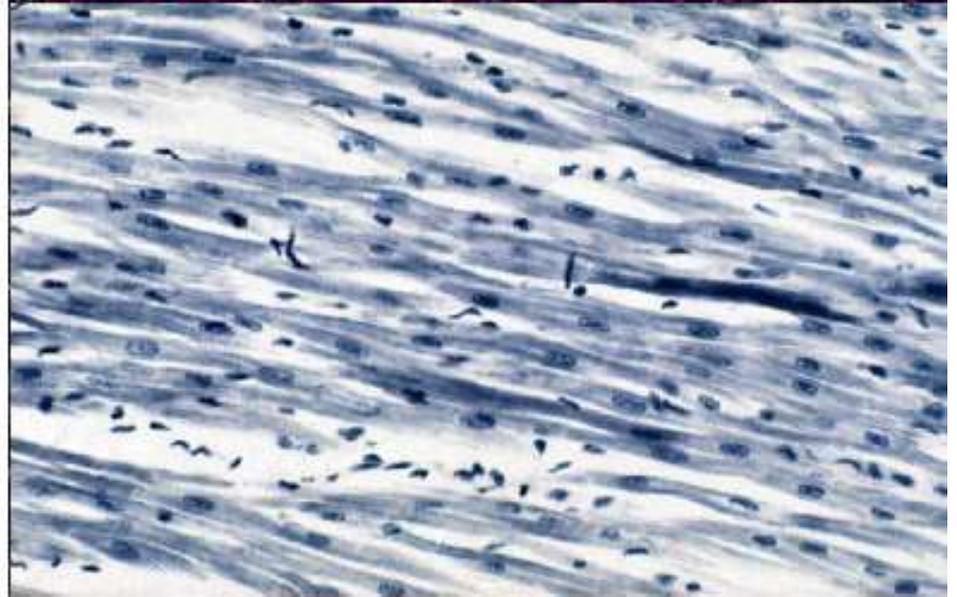
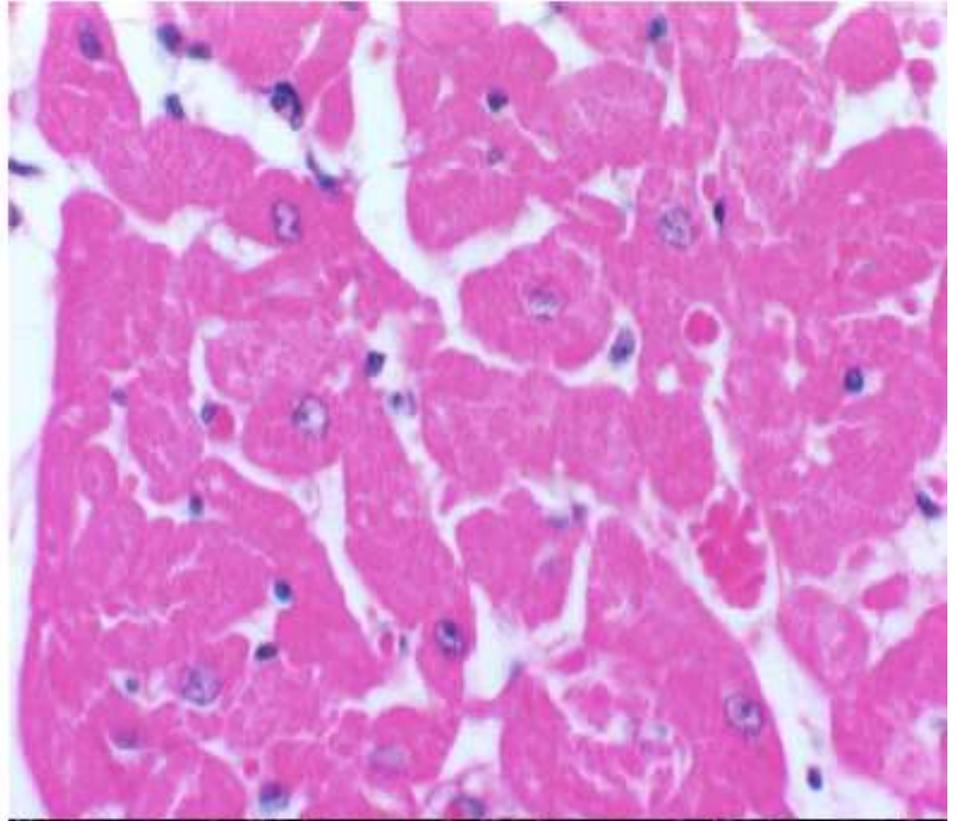
CARDIAC MUSCLE

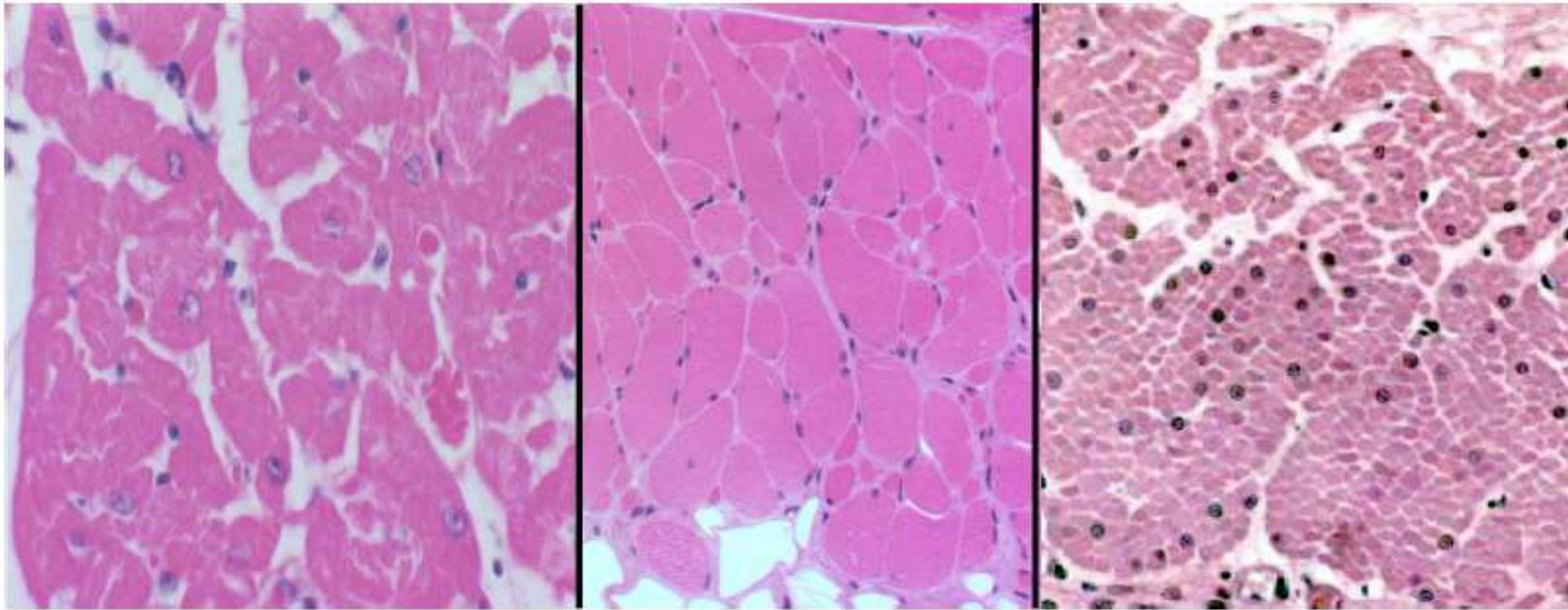
- Individual cells
 - Nucleus in center
- Striations faint
- Unique INTER-CALATED DISK
 - Diagnostic feature of CM!



- **In Cross Section:**

- **Nuclei in CENTER of cell**
- **Cells all about the same size**
- **Proportionally more nuclei per unit area than Smooth muscle**





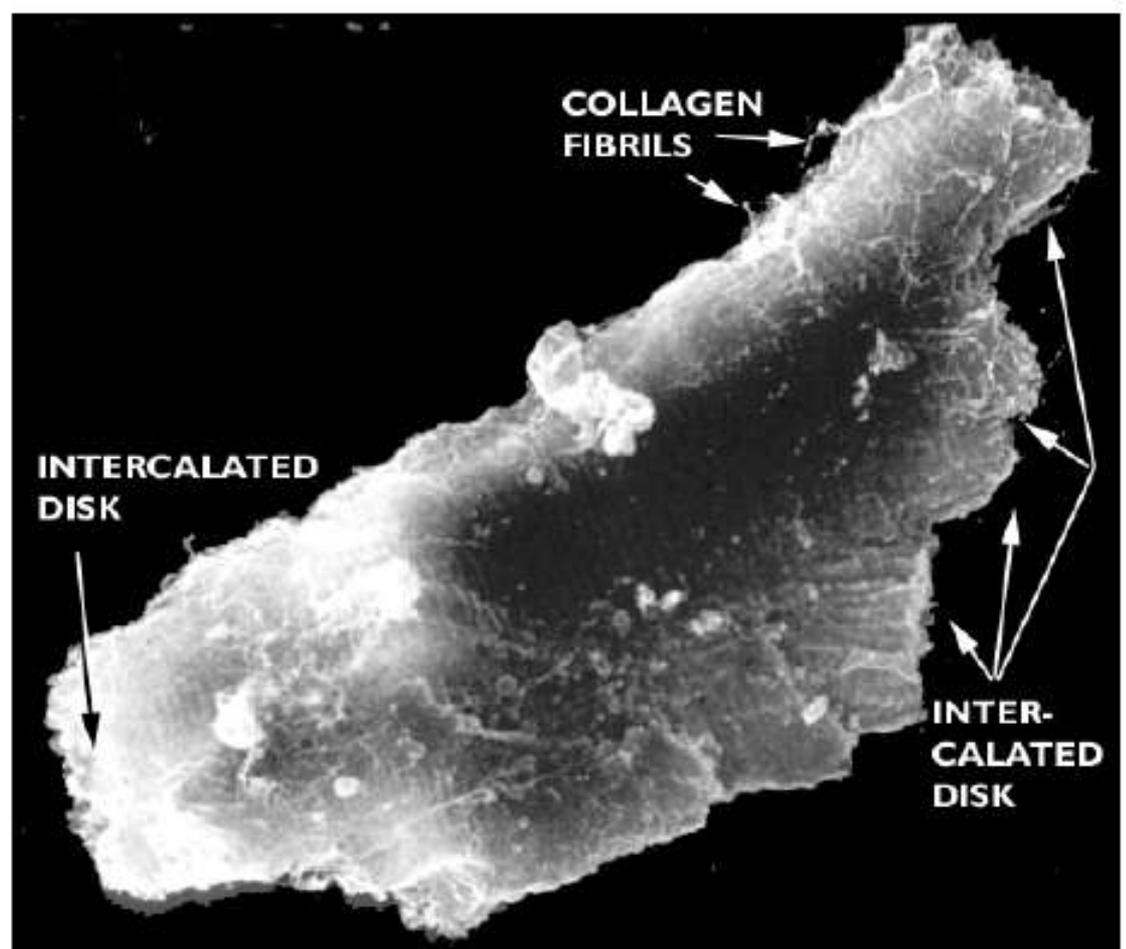
THREE CROSS SECTIONS

ALL AT APPROXIMATELY THE SAME MAGNIFICATION

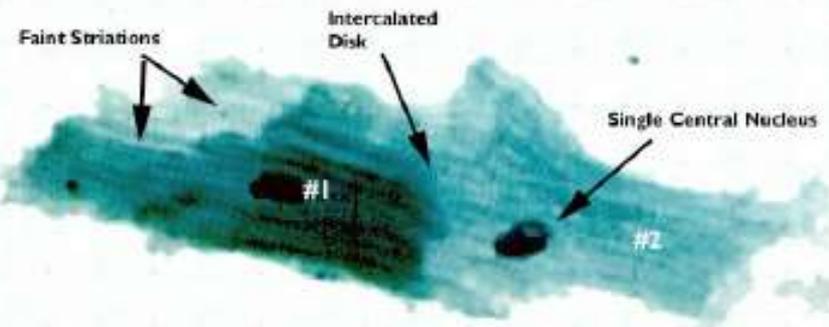
LEFT TO RIGHT: Cardiac, Skeletal, Smooth

CARDIAC MYOCYTES

- Striations have same origin as Skeletal cells
- Length 70-100 microns
- Width 10-20 microns
 - CM Fibers composed of cells attached end-to-end!

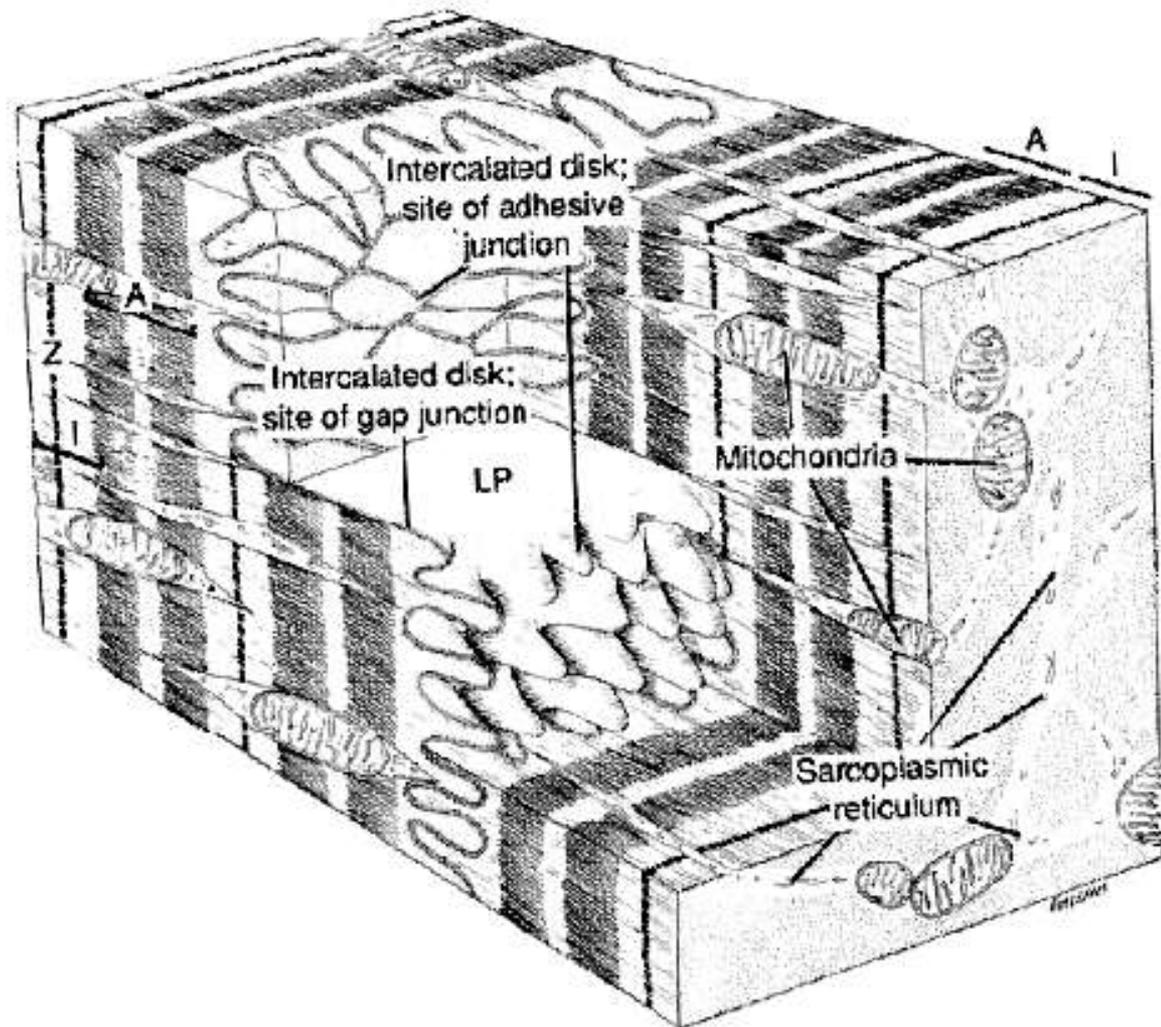


TWO CARDIAC MYOCYTES



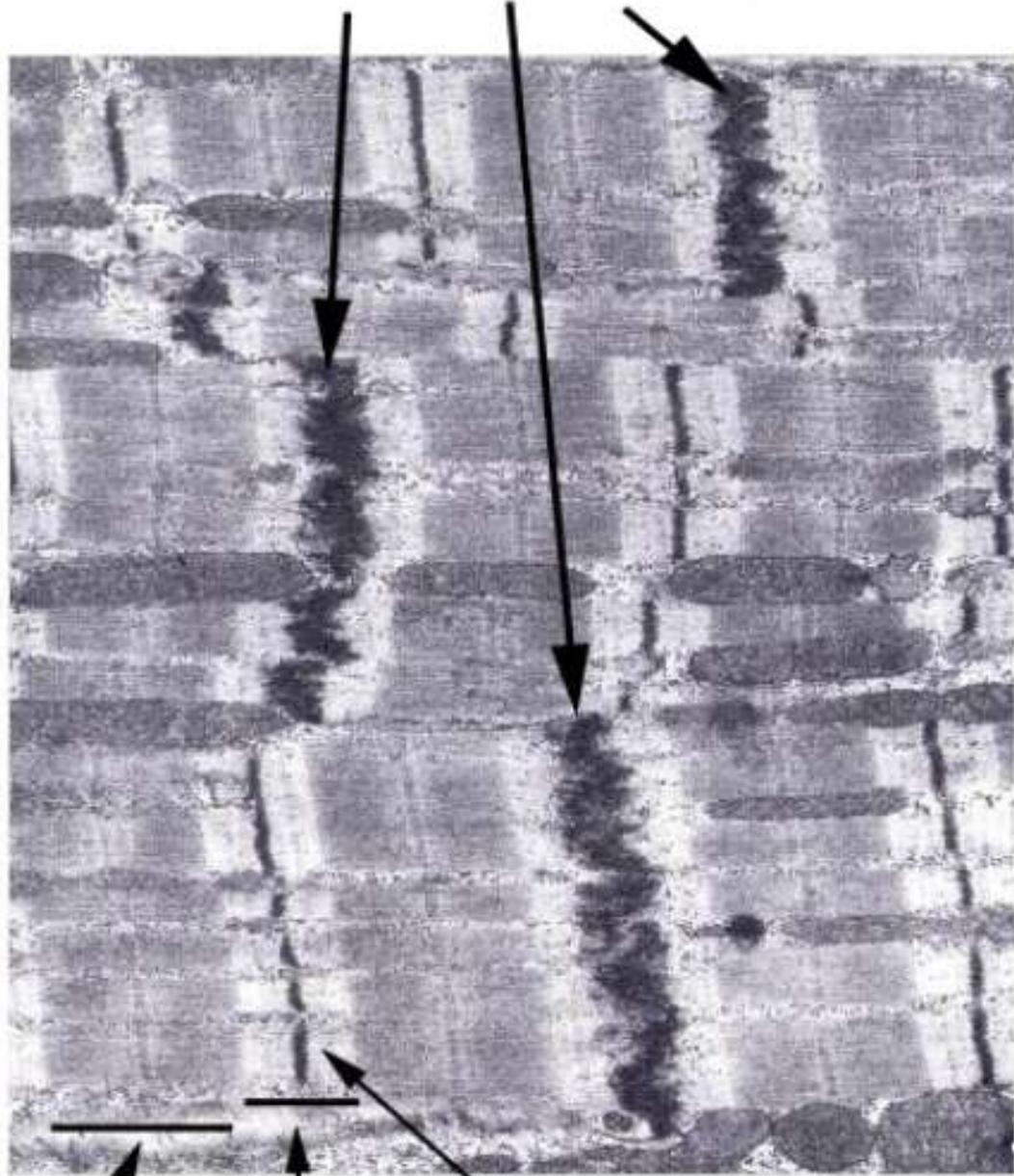
INTERCALATED DISKS

- Special structure for **COMMUNICATION & ADHESION**
- 3-D interlocking of adjacent cells at ends
- ID includes adhering junctions & gap junctions
- Communication & adhesion site for CM



INTERCALATED DISKS

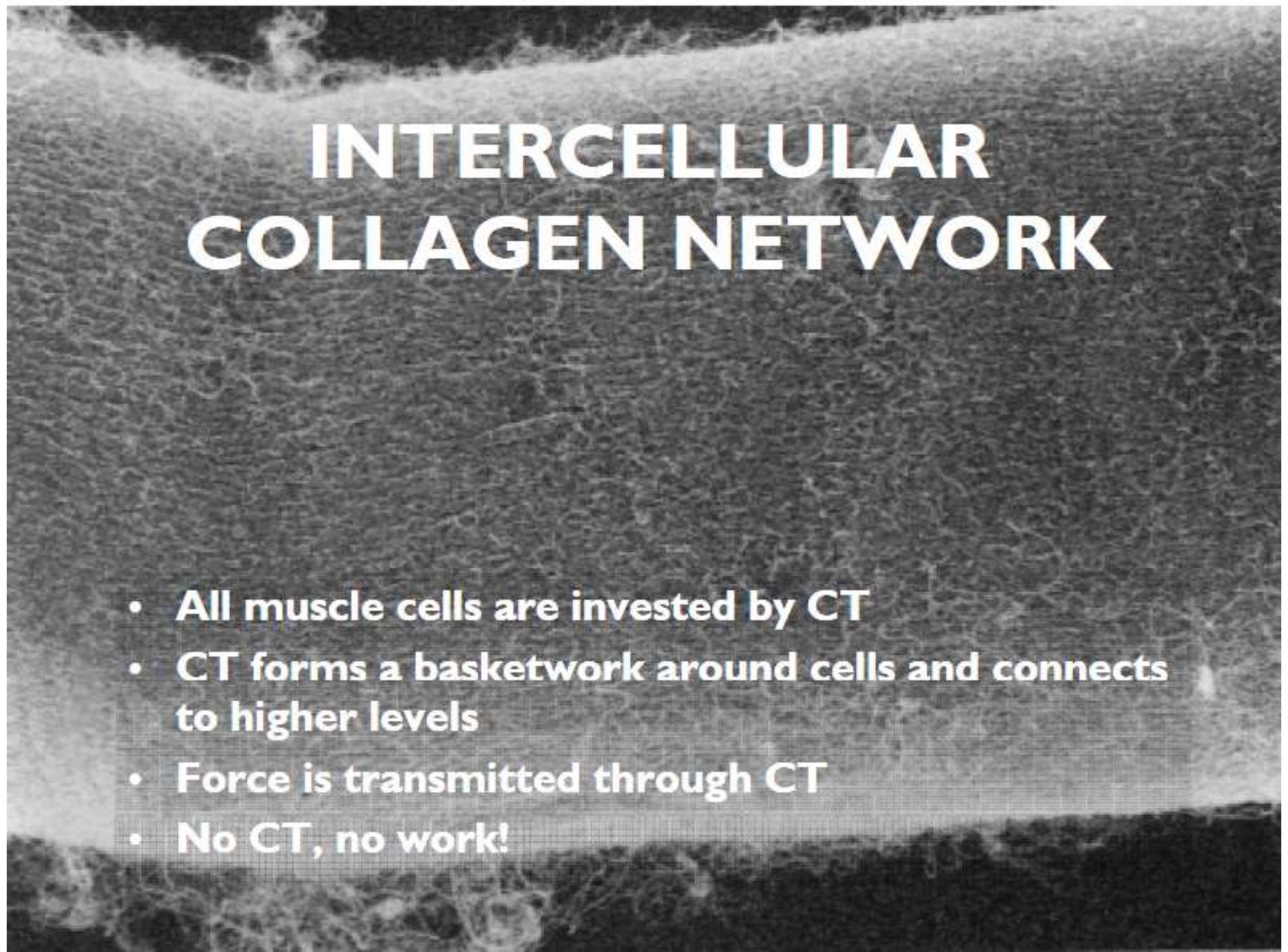
DISK AT ABOUT 50,000x



A-BAND **I-BAND** **Z-LINE**

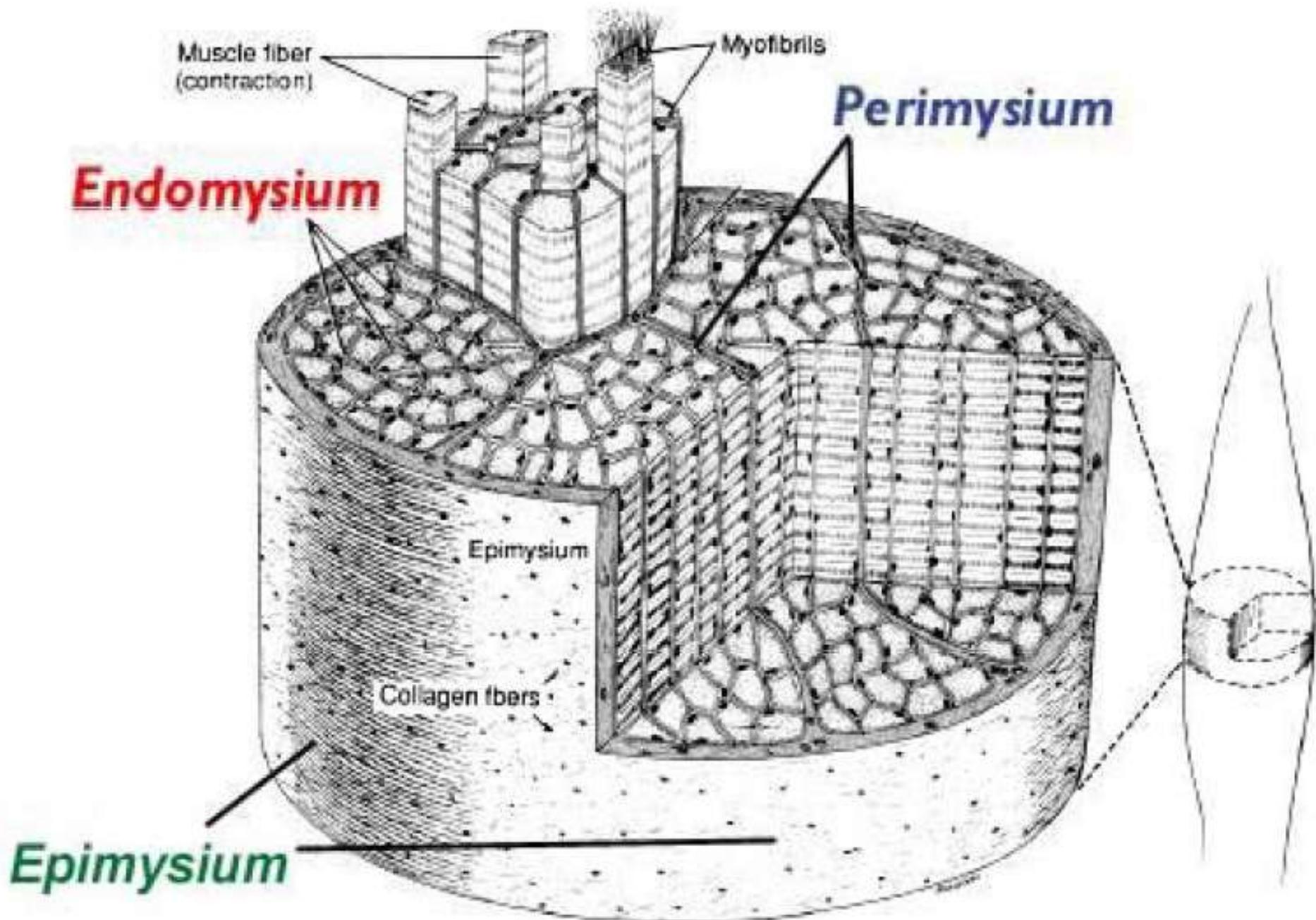
**ZONA
ADHERENS**

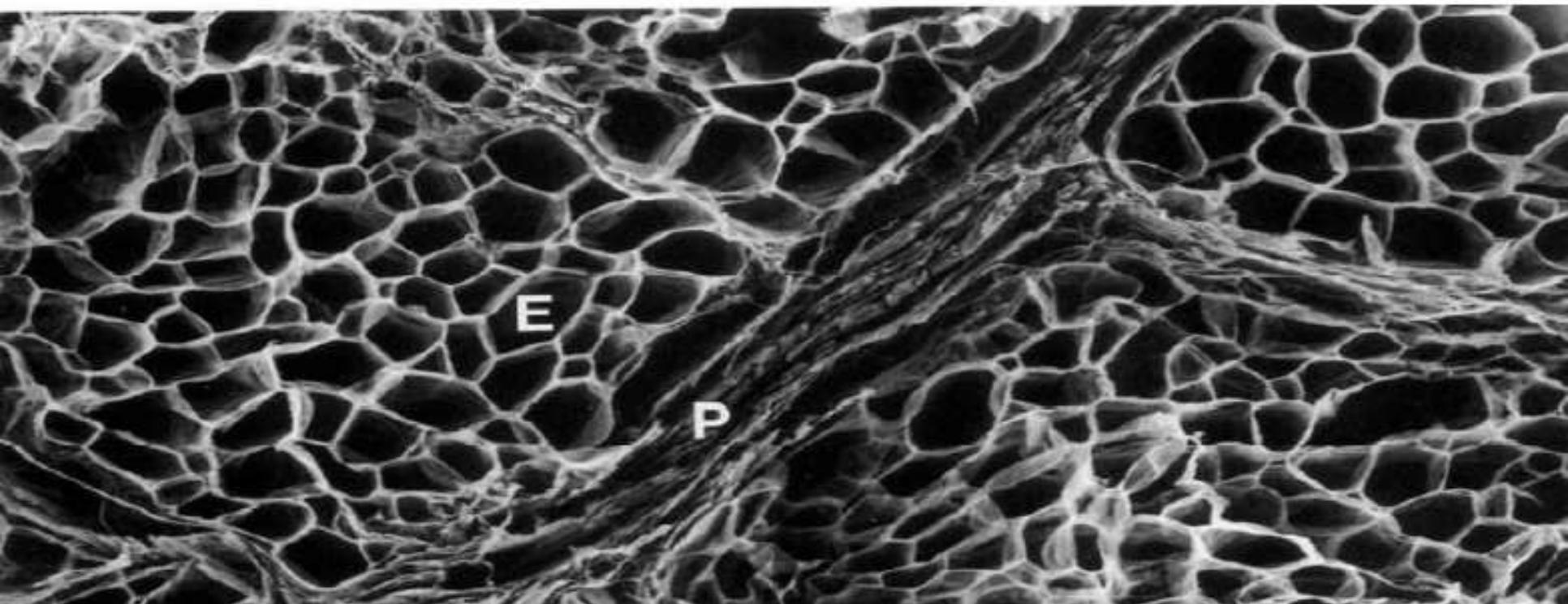
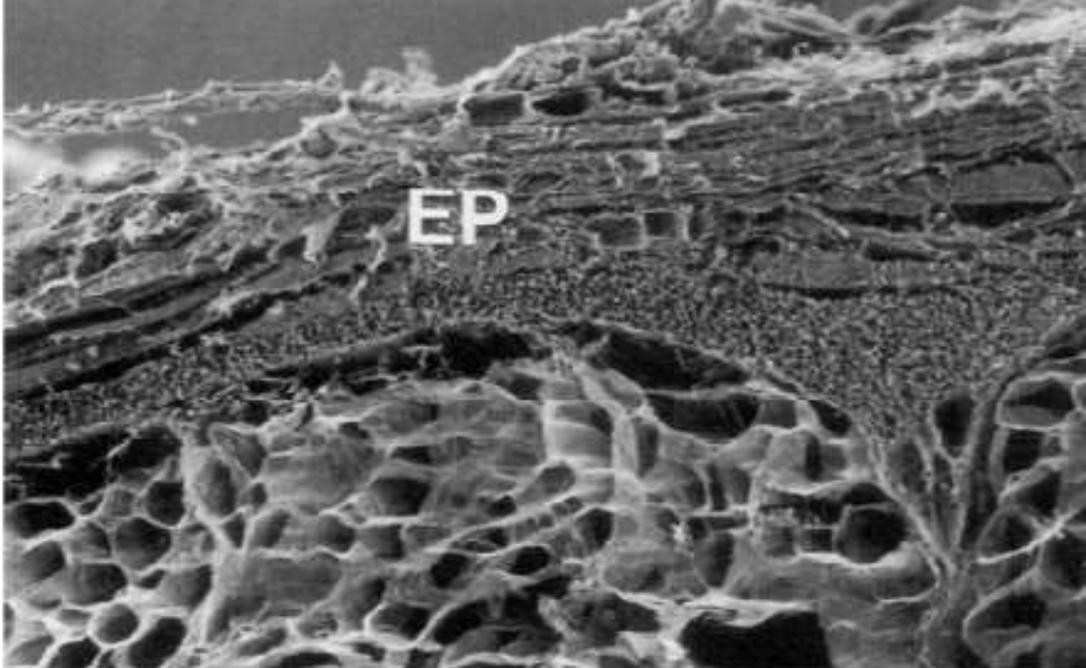
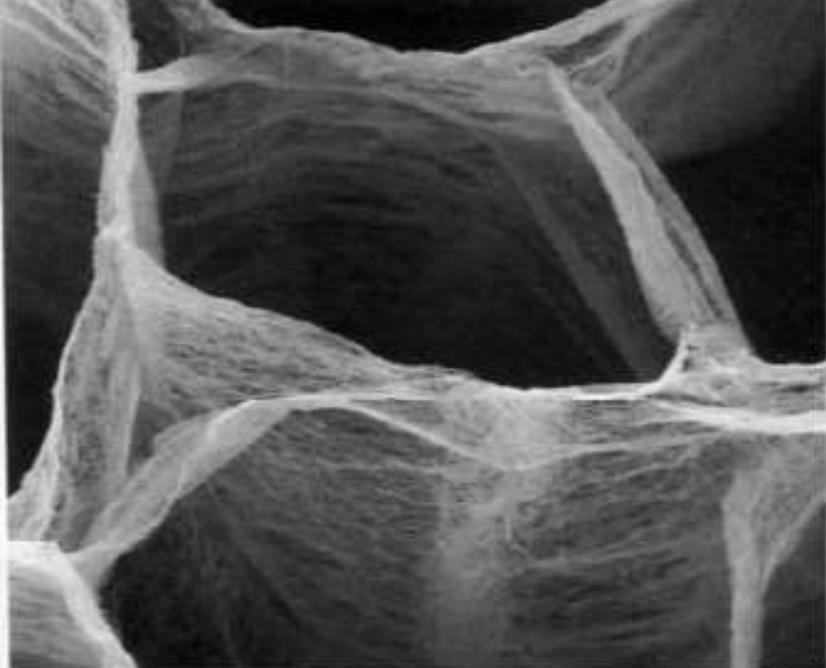
DESMOSOME

A grayscale electron micrograph showing a dense, interconnected network of collagen fibers. The fibers are thin and form a complex, mesh-like structure that fills the entire frame. The lighting creates a sense of depth and texture, highlighting the intricate weaving of the fibers.

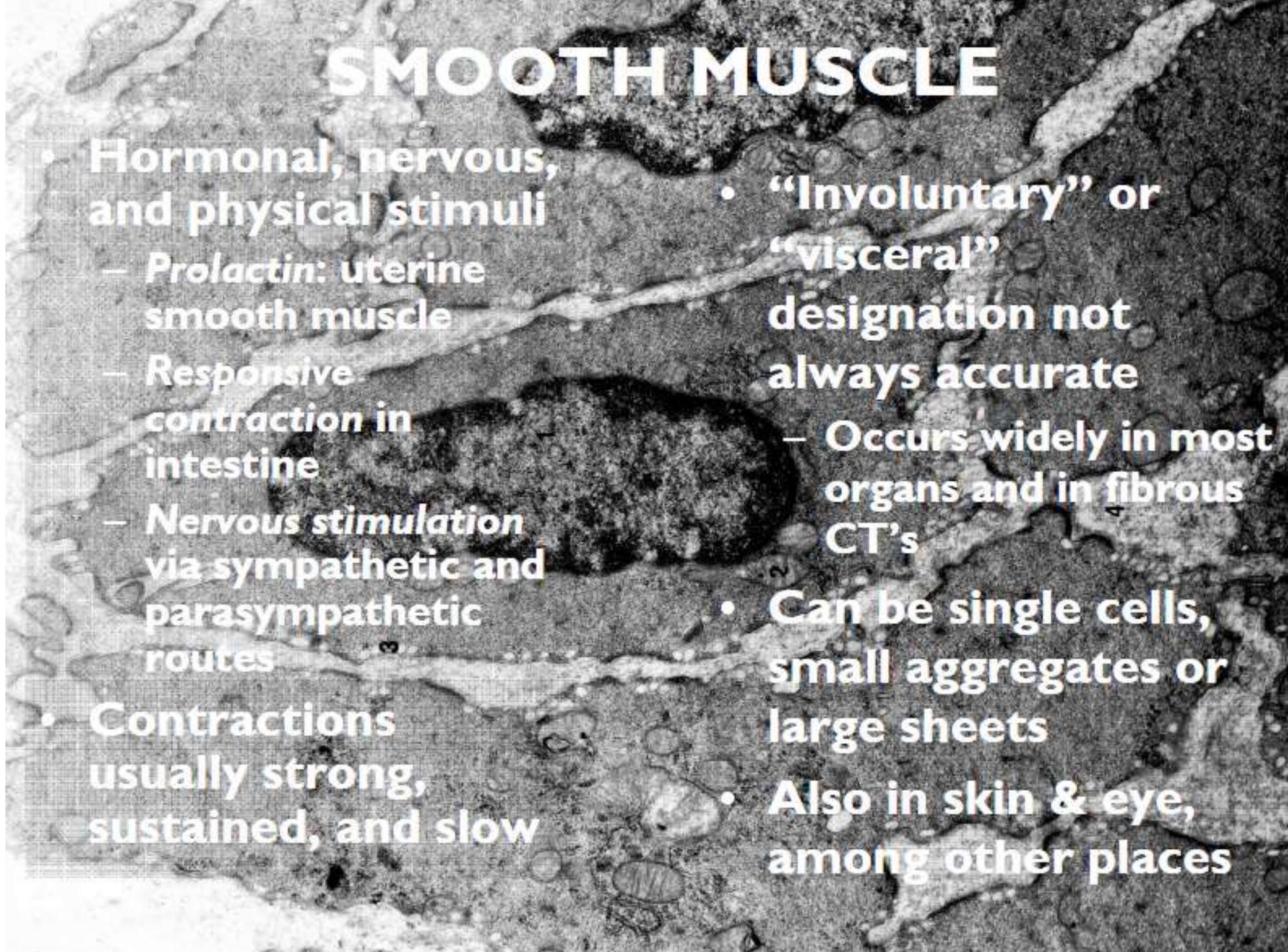
INTERCELLULAR COLLAGEN NETWORK

- **All muscle cells are invested by CT**
- **CT forms a basketwork around cells and connects to higher levels**
- **Force is transmitted through CT**
- **No CT, no work!**





SMOOTH MUSCLE



- **Hormonal, nervous, and physical stimuli**
 - *Prolactin*: uterine smooth muscle
 - *Responsive contraction* in intestine
 - *Nervous stimulation* via sympathetic and parasympathetic routes
- **Contractions usually strong, sustained, and slow**
- **“Involuntary” or “visceral” designation not always accurate**
 - Occurs widely in most organs and in fibrous CT's
- **Can be single cells, small aggregates or large sheets**
- **Also in skin & eye, among other places**

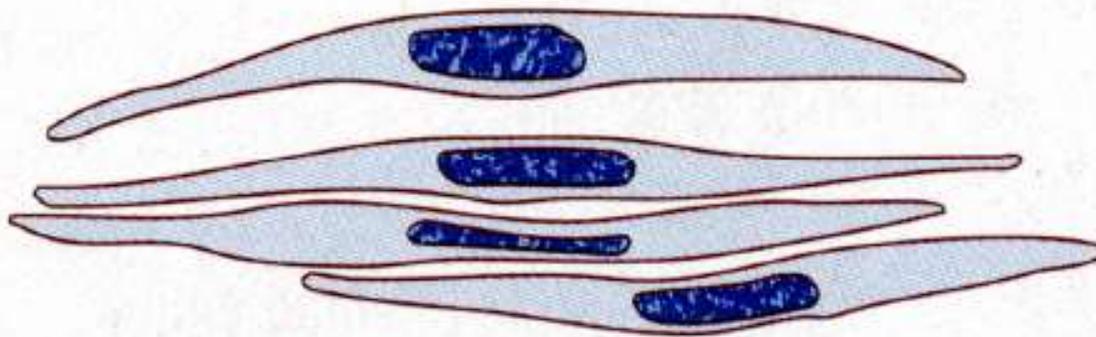
• عضله صاف

- عضله صاف بخش اعظمی از دیواره روده ها، شریان ها ، ورید ها و مجاری غدد گوناگون را تشکیل می دهد و در نقاط دیگر نیز یافت می شود.
- این سلول ها (یا رشته ها یا لیومیوسیت ها) طولی هستند و ساختار دوکی شکل دارند. هسته در مرکز سلول قرار دارد
- این سلول ها توسط غشای پایه و شبکه ای از رشته های رتیکولار **Reticular fibers** محاط شده اند.
- در بسیاری از ساختارهای احشایی لوله ای مثل دستگاه گوارشی عضله صاف به صورت چندلایه قرار دارند و سلول ها به صورت لایه عمود بر لایه مجاورند.
- این آرایش اجازه موج انقباض در طول لوله را می دهد که سبب جلو راندن محتویات می شود. به این حرکت پرستالسیس **Peristalsis** (حرکات دودی، حلقوی) می گویند.
- در برش عرضی هسته مرکزی به علت زاویه برش ممکن است در چند برش دیده نشود.
- روند انقباضی عضله صاف آرام بوده و تحت کنترل ارادی نیست.

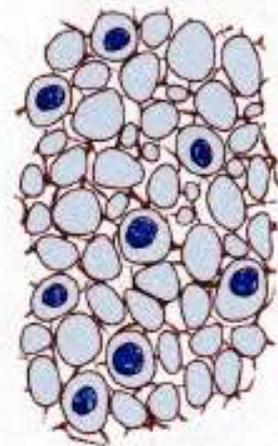
SMOOTH MUSCLE CELLS

- “Spindle shaped”
- Lie adjacent to each other in sheets
- Single central nucleus
- Nuclei are blunt-ended or “cigar” shaped
- EM shows microfilaments & pinocytotic vacuoles

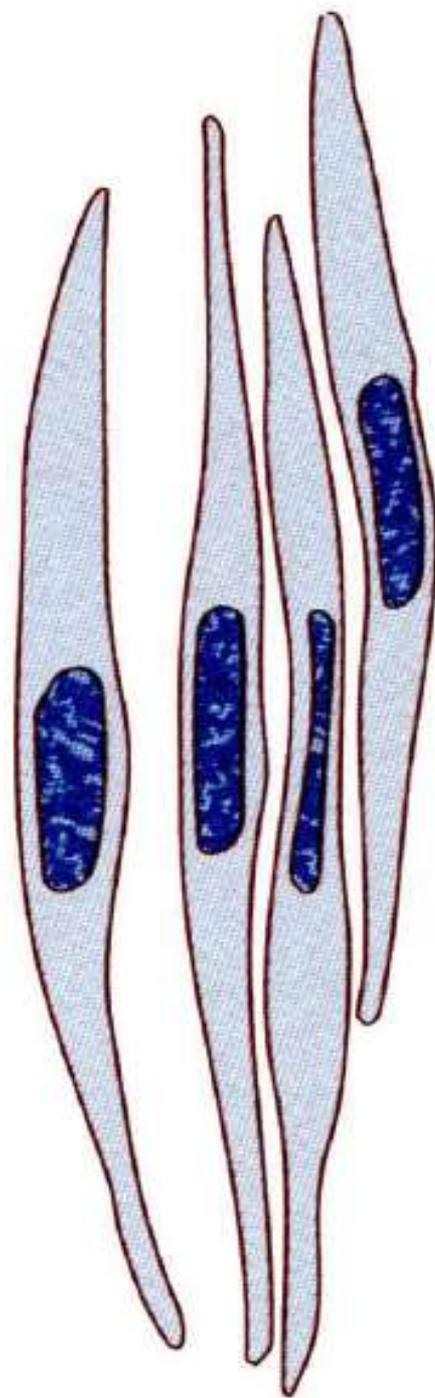
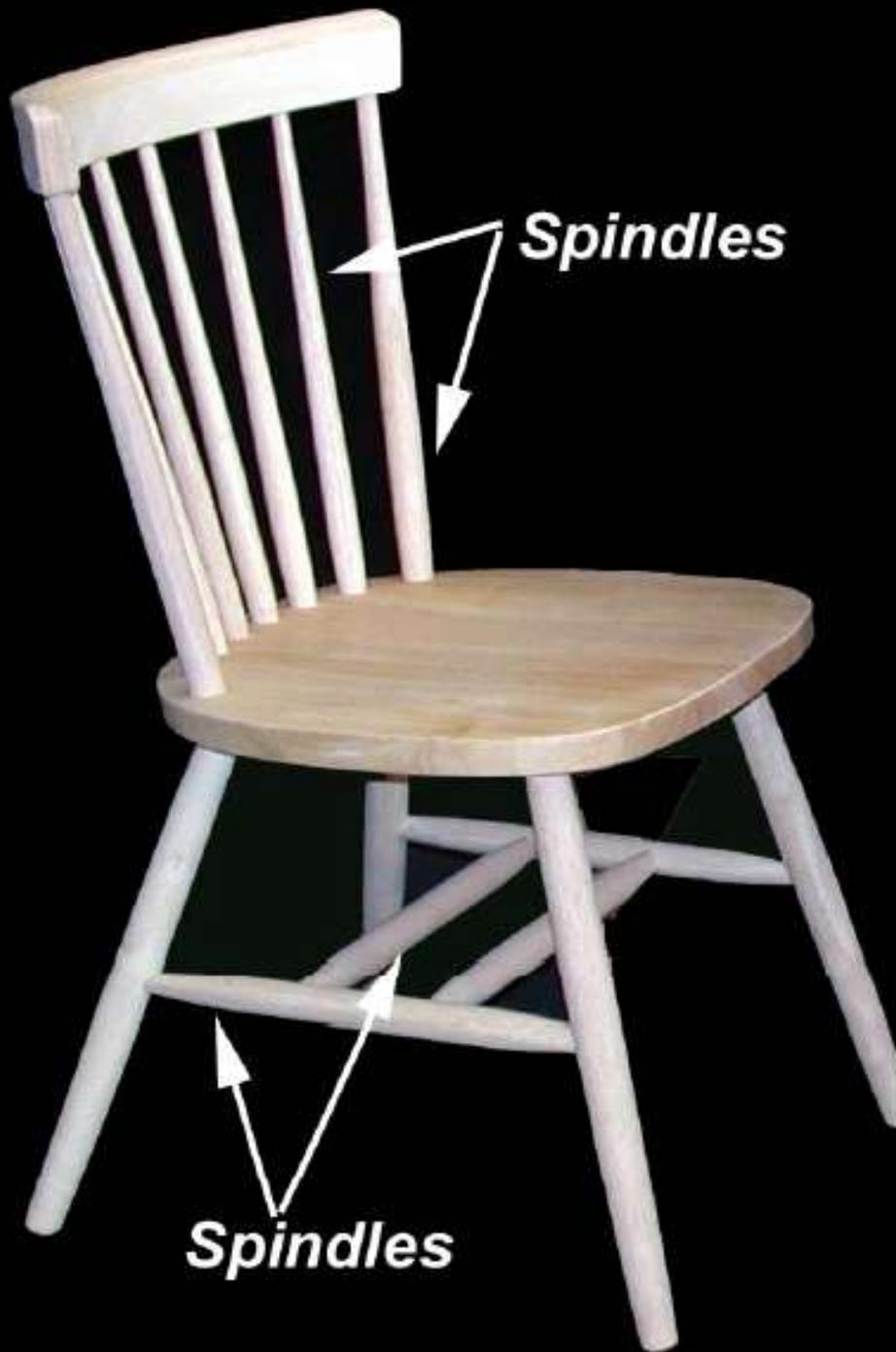
Smooth Muscle Cells



Teased Individual
Cells

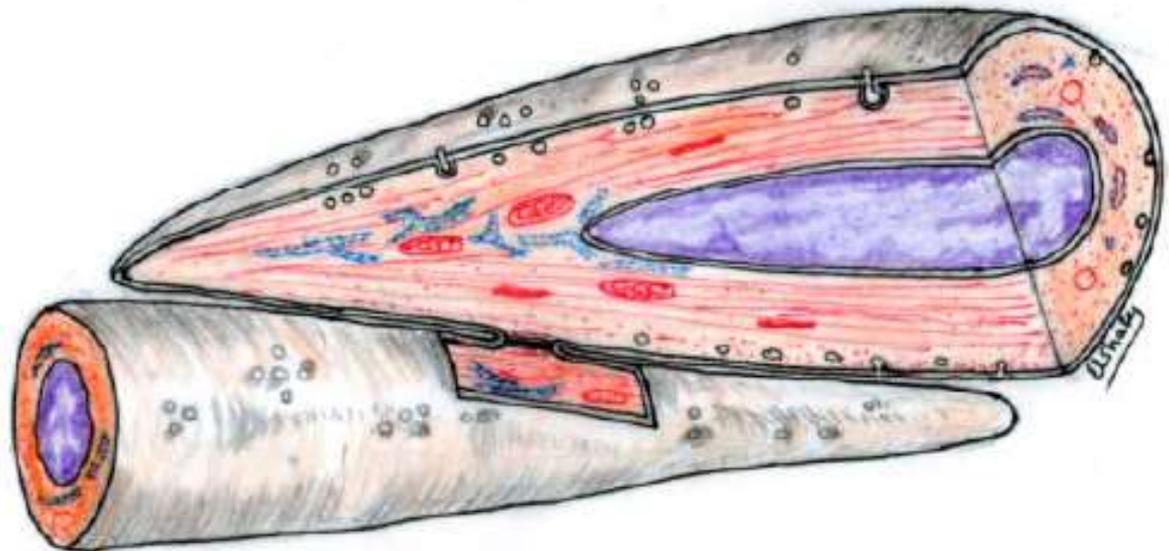
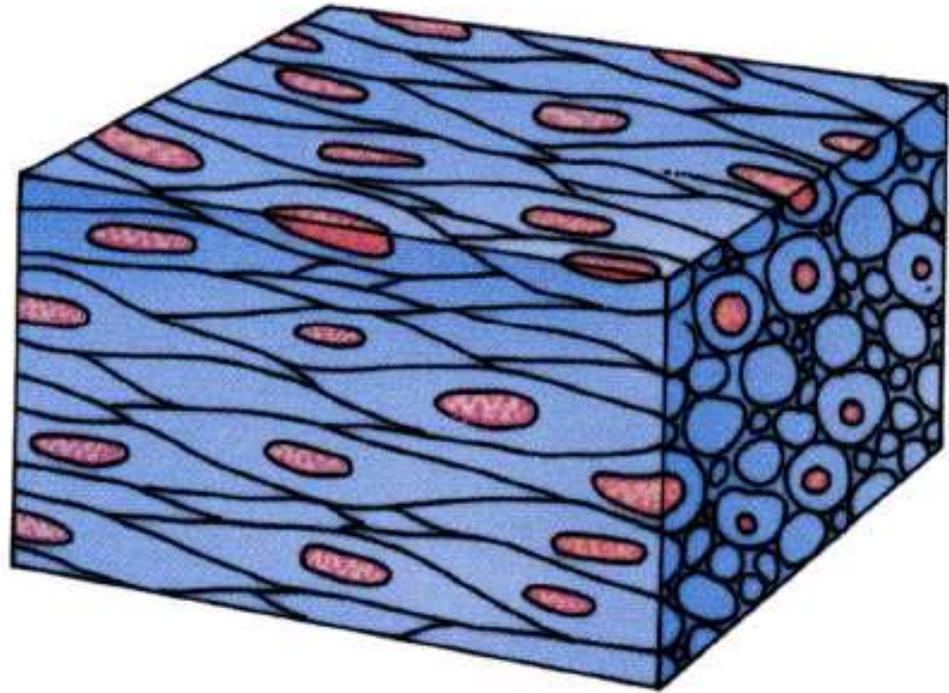


Bundle of Cells
cut in cross-section



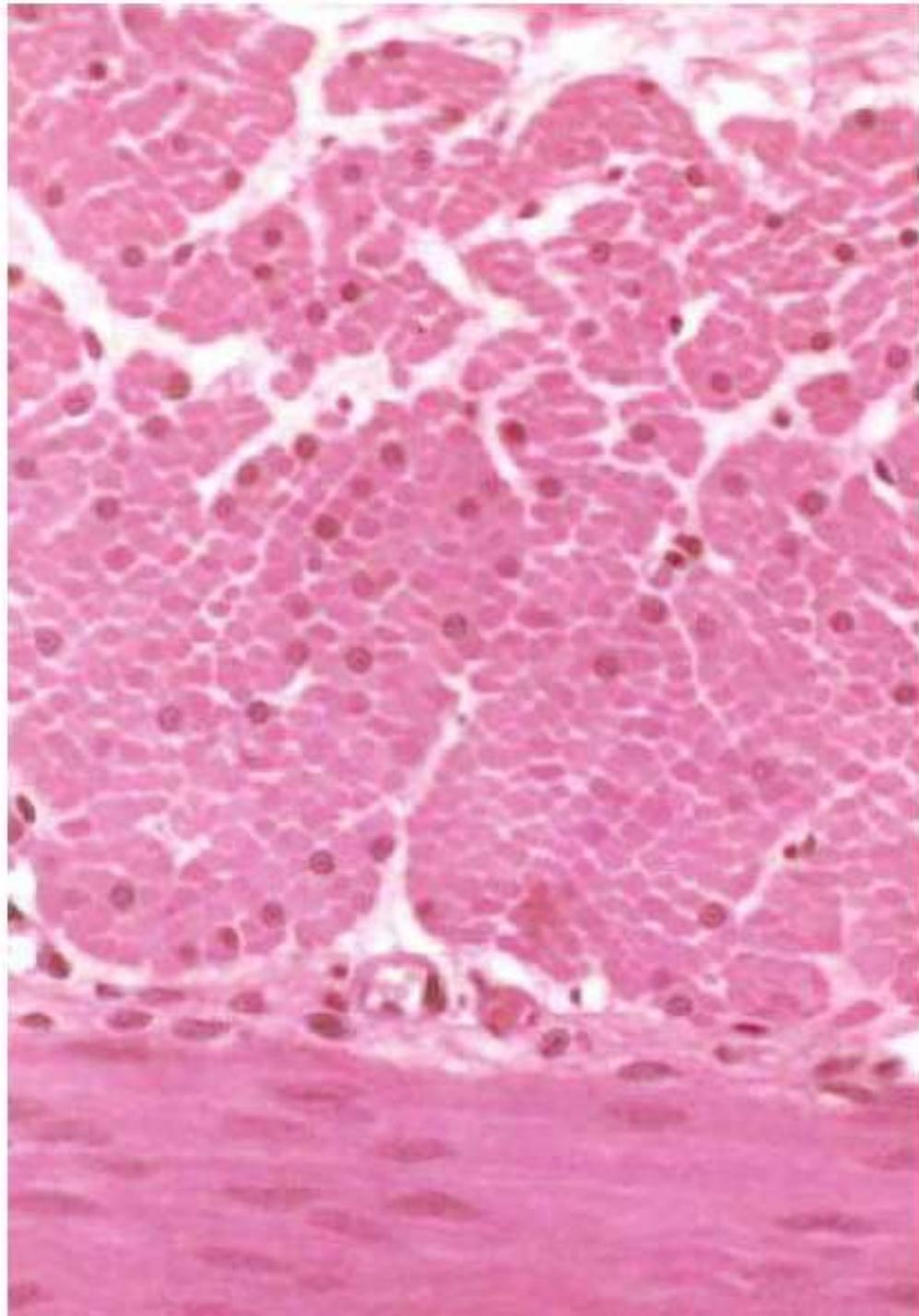
ASSOCIATION OF SMOOTH MUSCLE CELLS

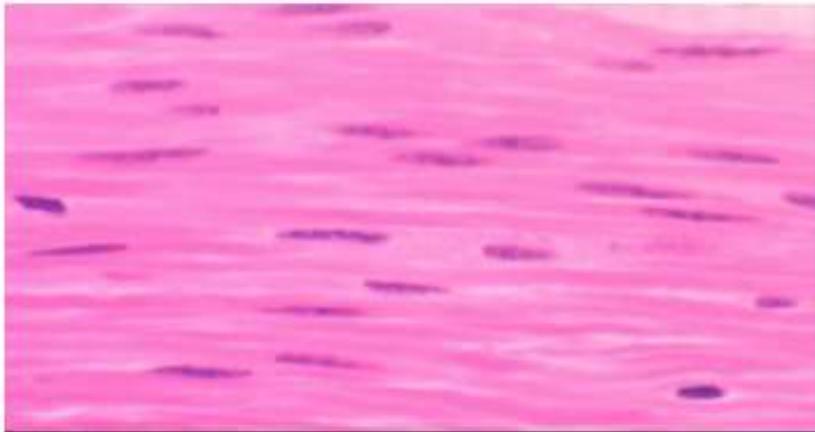
- **Adjacent cells have *gap junctions* to communicate**
- **Pinocytotic vesicles present**
 - **Ingestion of hormones, neurotransmitters, etc.**



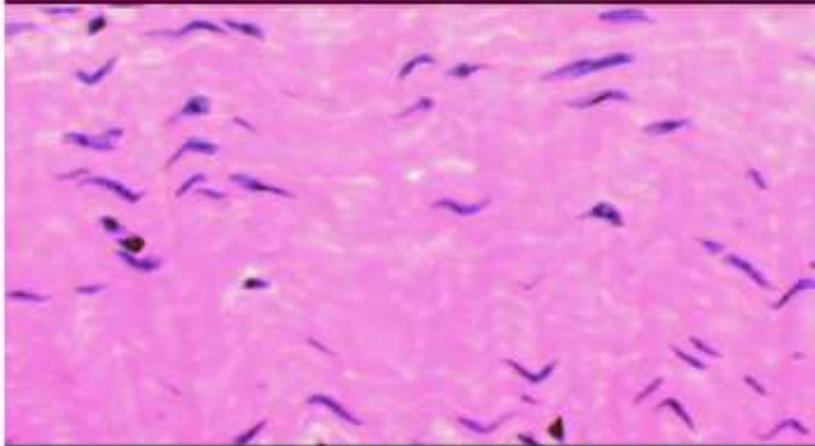
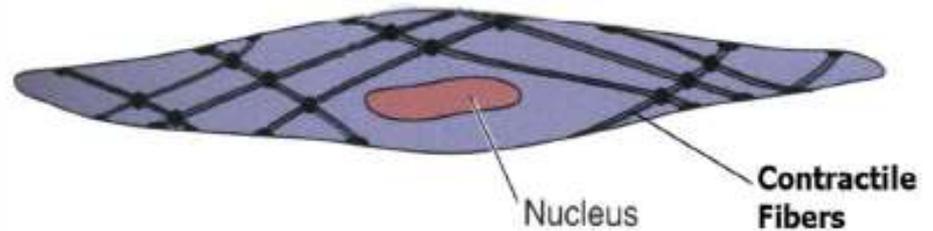
HISTOLOGY OF SMOOTH MUSCLE

- **Cross sections have characteristic appearance**
- **Longitudinal sections easily mistaken for CT**
- **Tonus causes nuclei to “wrinkle” or “corkscrew” in LS**

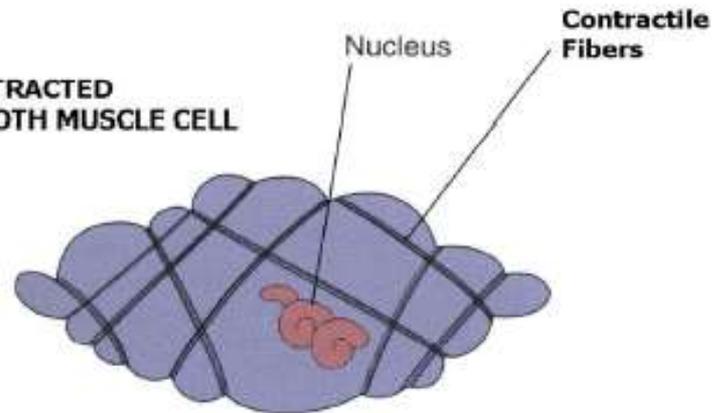




**EXTENDED
SMOOTH MUSCLE CELL**



**CONTRACTED
SMOOTH MUSCLE CELL**



*Histology of Smooth Muscle
In the Extended State (top)
In the Contracted State (bottom)*

*Contraction causes "corkscrew" appearance
of the nuclei*

HISTOLOGY OF SMOOTH MUSCLE

- **State of contraction affects appearance!**

REGENERATION AND REPAIR

- **Muscle cells can't divide**
 - Injury usually causes some loss of material, part or all of a myofiber
- **Scarring “fills in” the space with collagen**
 - Collagen is non-contractile
- **A scanty reserve of myoblasts exists in skeletal muscle**
 - Not in smooth or cardiac
 - **MAY** be some **LIMITED** regeneration from these, but not much!
 - **Never** in cardiac muscle

ATROPHY

NORMAL FIBERS



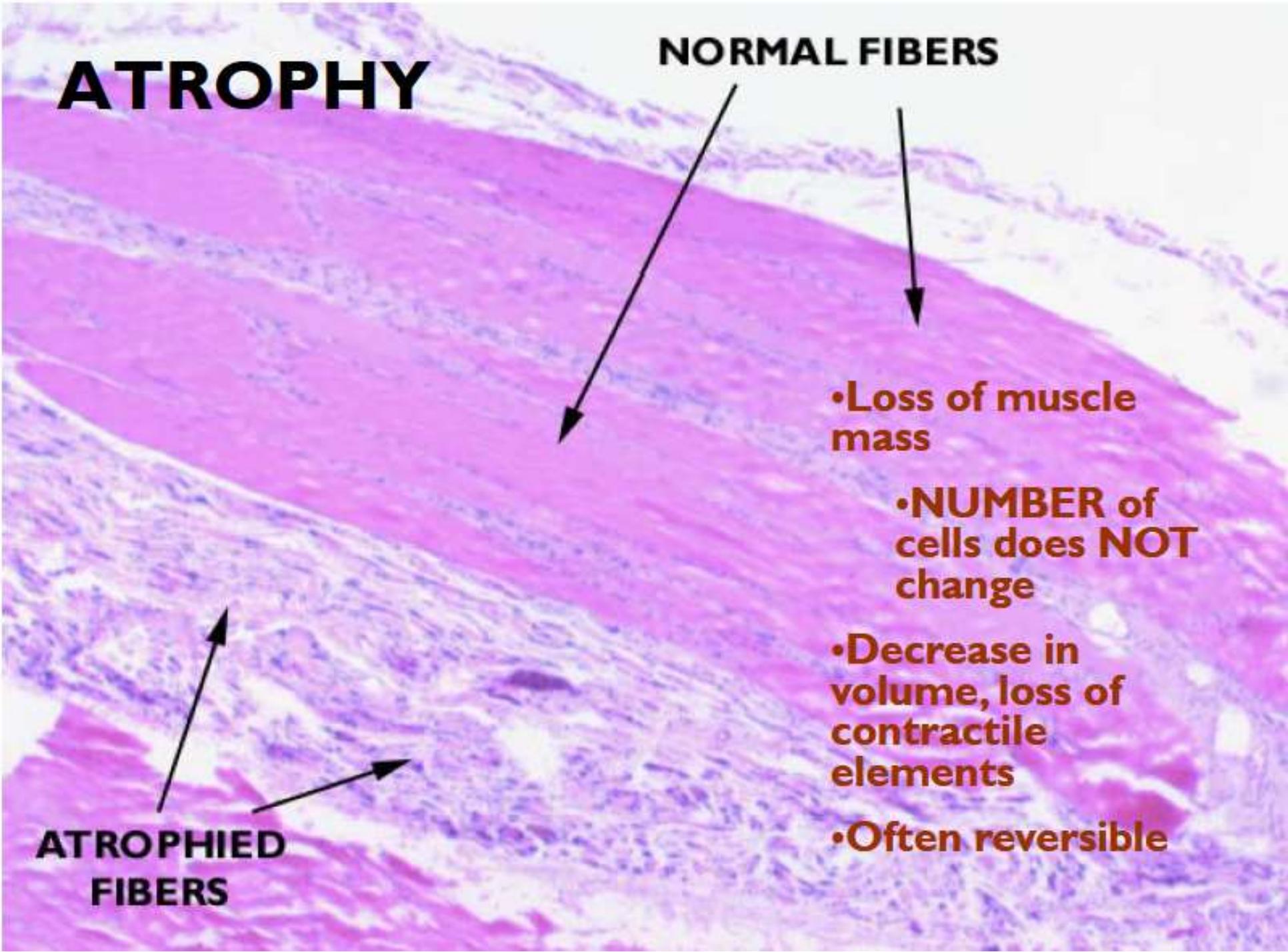
•Loss of muscle mass

•**NUMBER** of cells does **NOT** change

•Decrease in volume, loss of contractile elements

•Often reversible

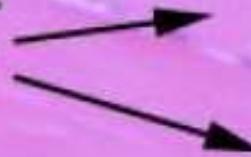
ATROPHIED FIBERS



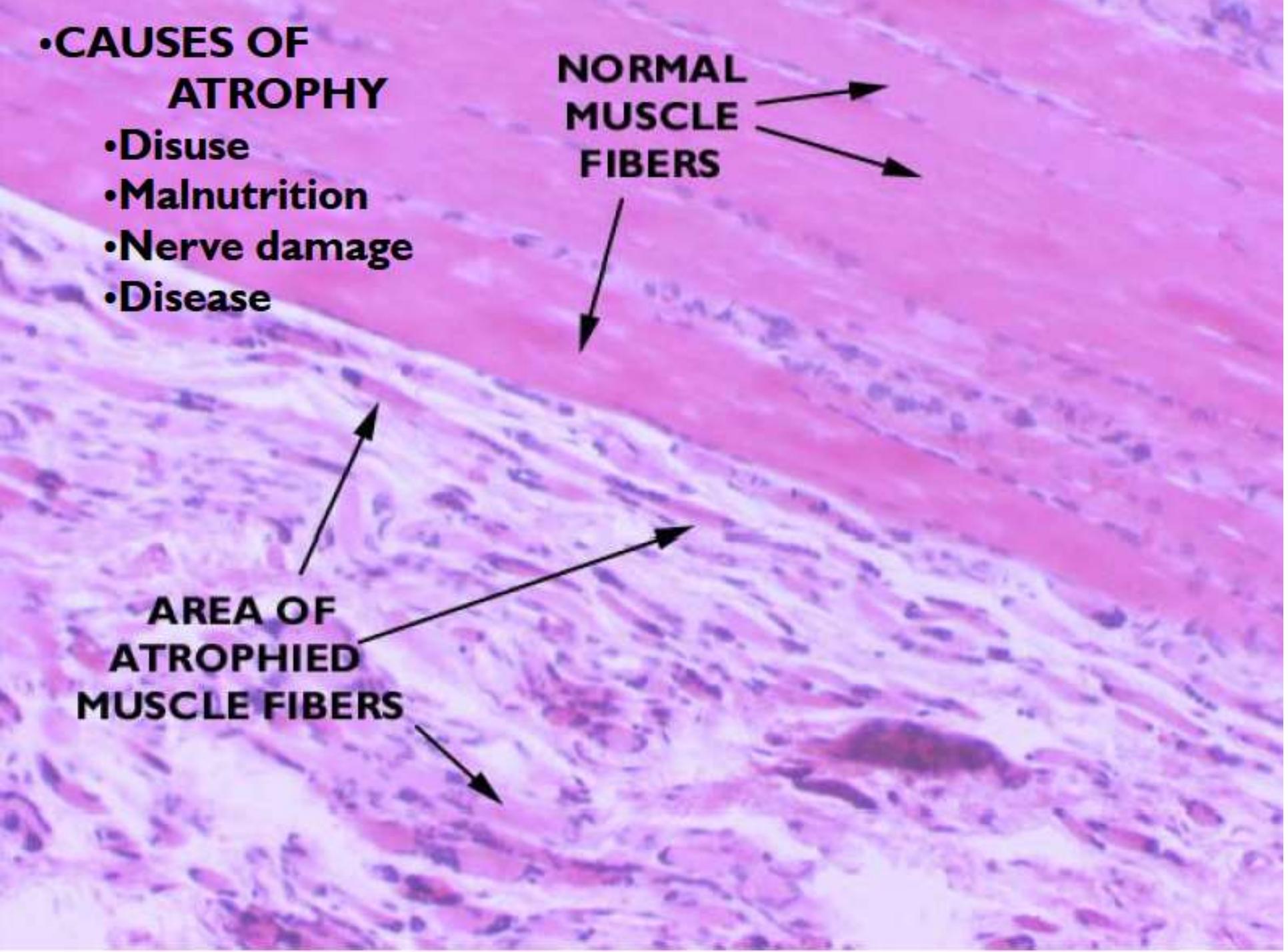
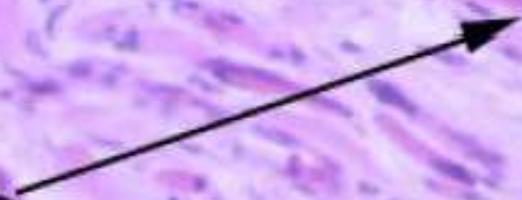
•CAUSES OF ATROPHY

- Disuse
- Malnutrition
- Nerve damage
- Disease

**NORMAL
MUSCLE
FIBERS**

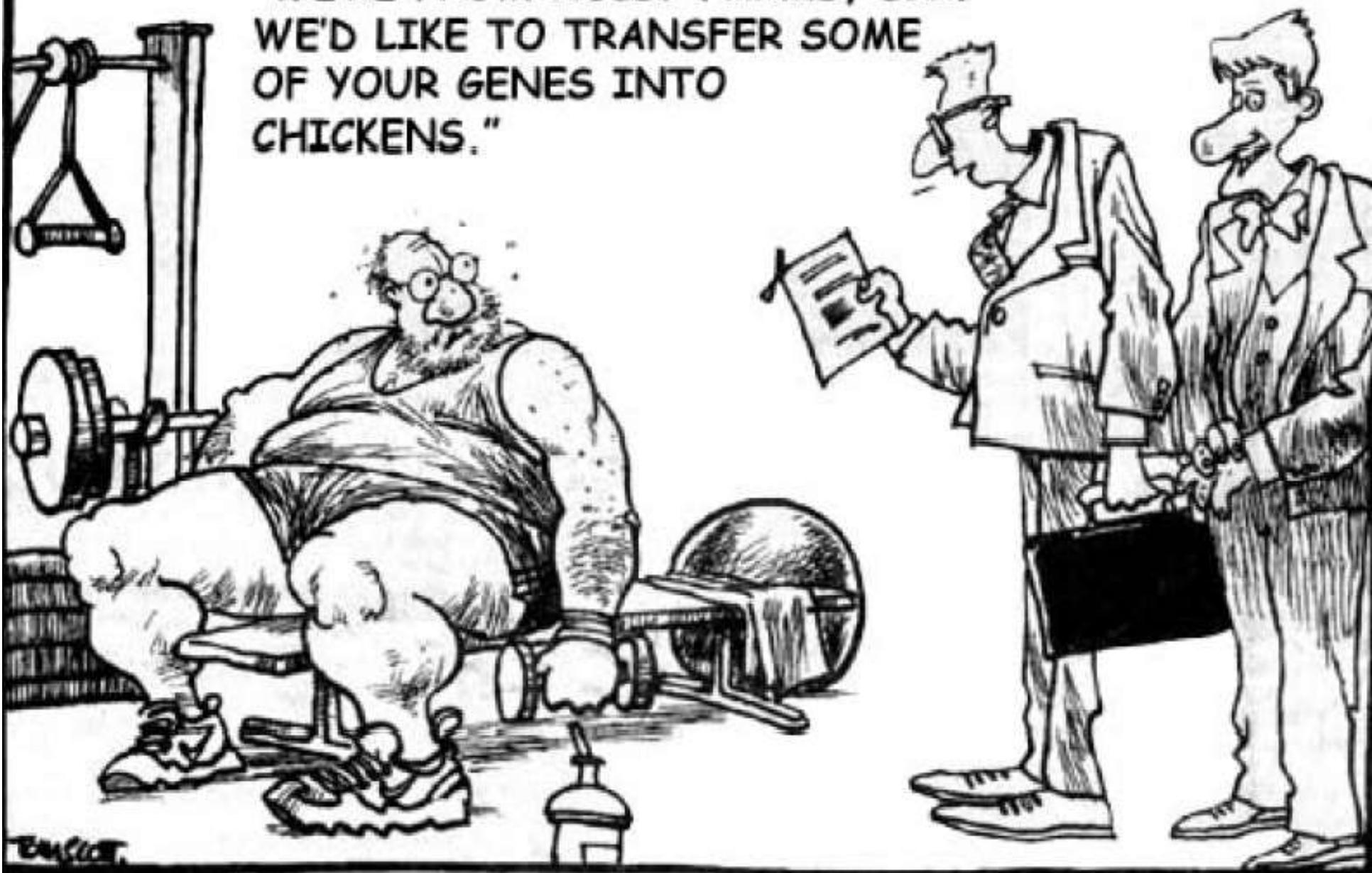


**AREA OF
ATROPHIED
MUSCLE FIBERS**



GREAT MOMENTS IN GENETIC ENGINEERING...

"WE'RE FROM HOLLY FARMS, SIR.
WE'D LIKE TO TRANSFER SOME
OF YOUR GENES INTO
CHICKENS."



EMERSON