



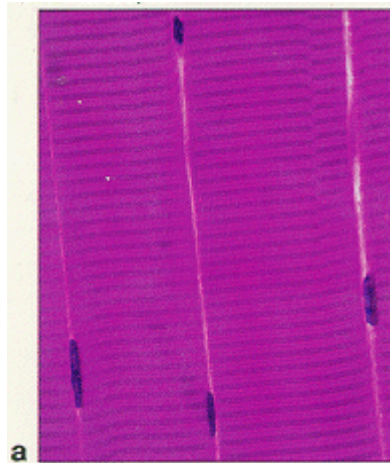
# Tkanka mięśniowa

*Bogdan Walkowiak*

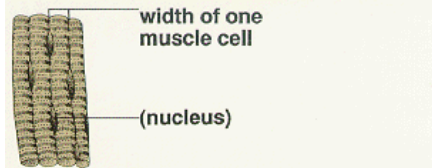
*Zakład Biofizyki  
Instytut Inżynierii Materiałowej  
Politechnika Łódzka*

# Trzy typy mięśni

## Mięśnie szkieletowe (Poprzecznie prążkowane)




©1992 Wadsworth, Inc.



**TYPE:** Skeletal muscle  
**DESCRIPTION:** Long, striated cells with multiple nuclei  
**COMMON LOCATIONS:** In skeletal muscles  
**FUNCTION:** Contraction for voluntary movements



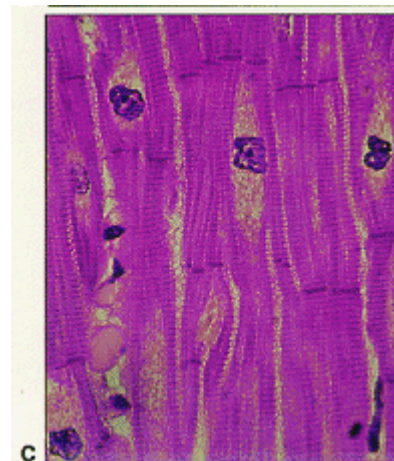
©1992 Wadsworth, Inc.



(cells teased apart for clarity here)


**TYPE:** Smooth muscle  
**DESCRIPTION:** Long, spindle-shaped cells, each with a single nucleus  
**COMMON LOCATIONS:** In hollow organs (e.g., stomach)  
**FUNCTION:** Propulsion of substances along internal passageways

## Mięśnie gładkie



©1992 Wadsworth, Inc.

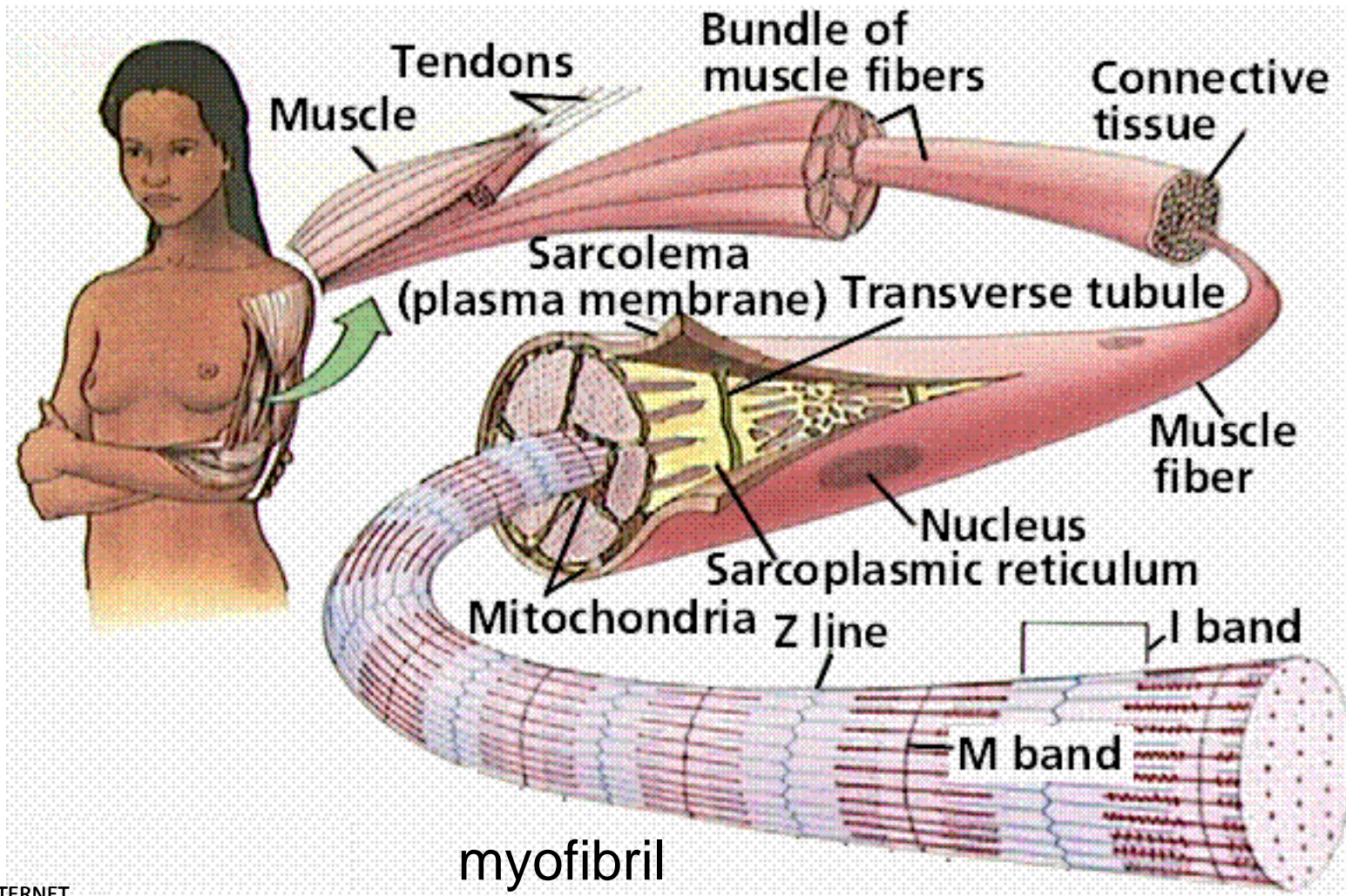
## Mięśnie sercowe



junction between adjacent cells

**TYPE:** Cardiac muscle  
**DESCRIPTION:** Branching, striated cells fused at plasma membranes  
**COMMON LOCATIONS:** Wall of heart  
**FUNCTION:** Pumping of blood in the circulatory system

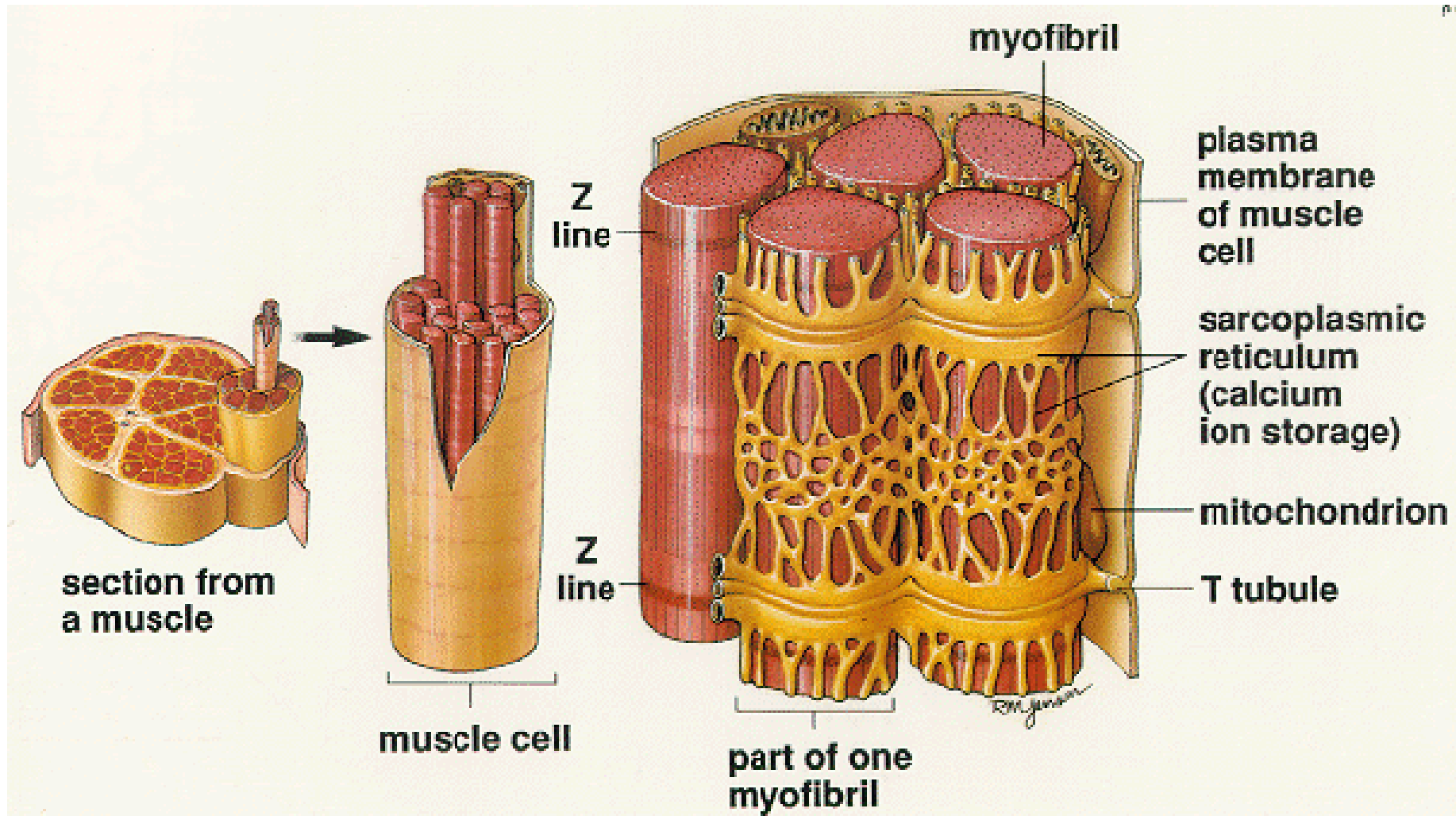
# Tkanka mięśniowa mięśni szkieletowych



Source: INTERNET

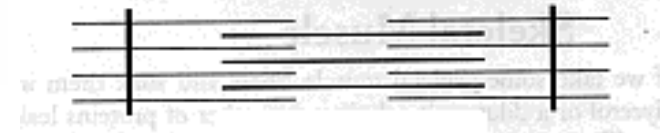
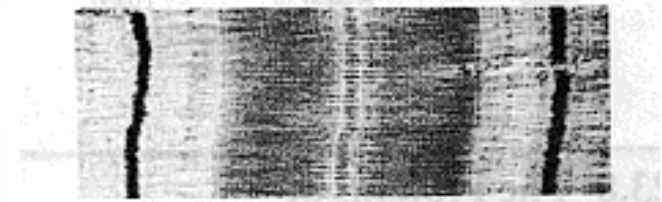
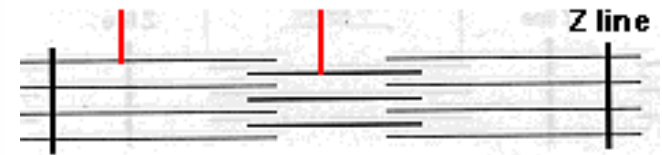
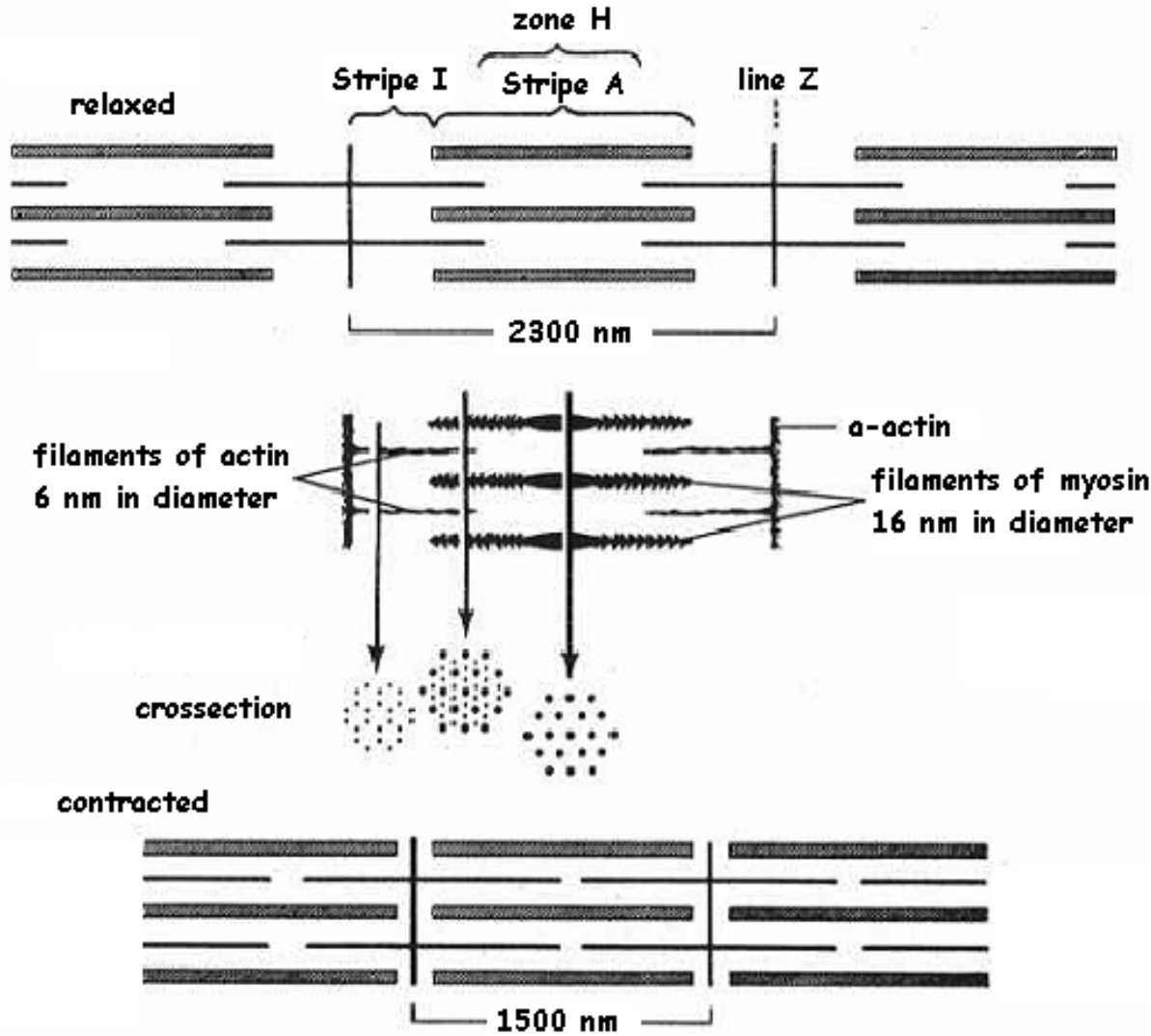


# Mięśnie szkieletowe



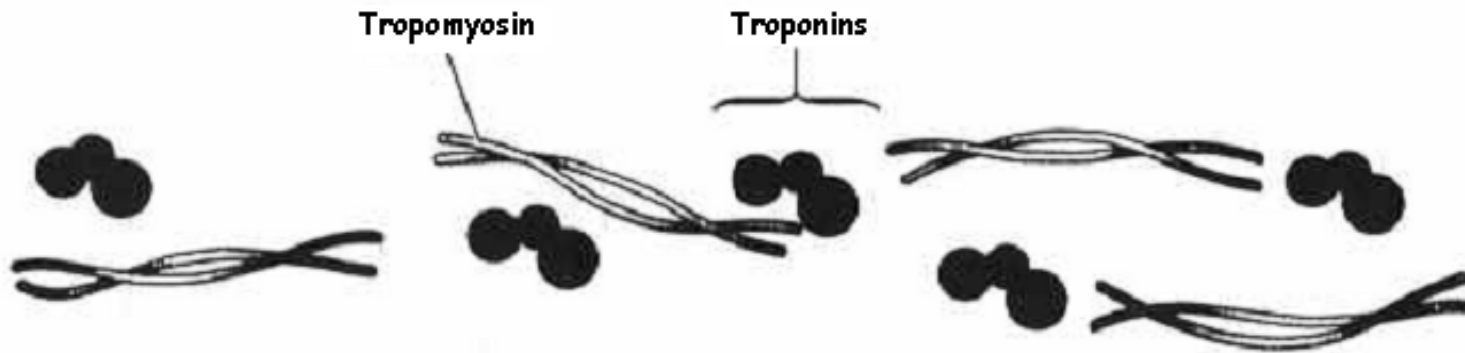
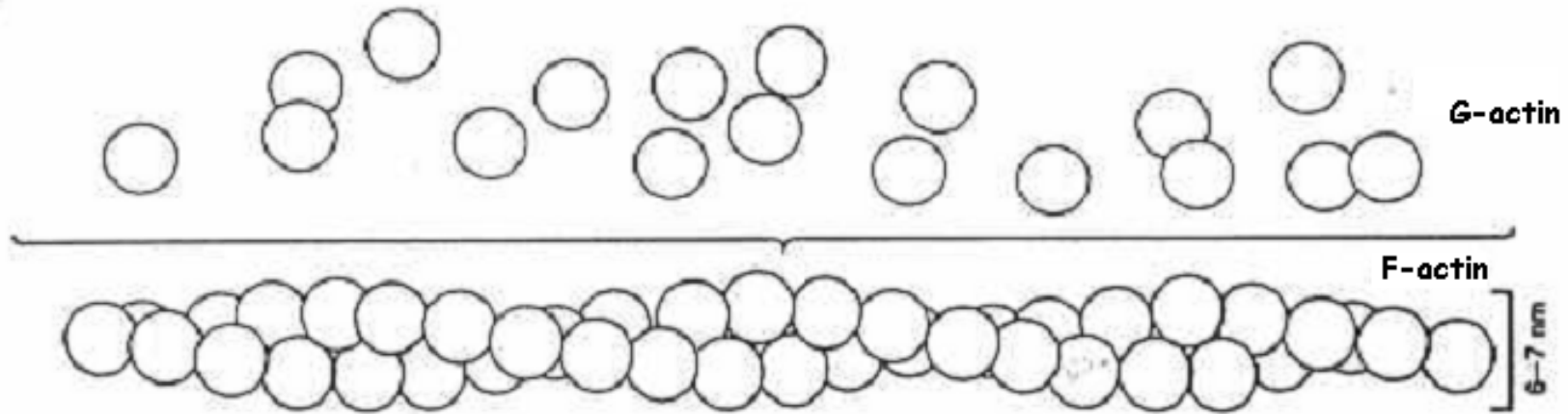
Source: INTERNET

# Organizacja miofibryli



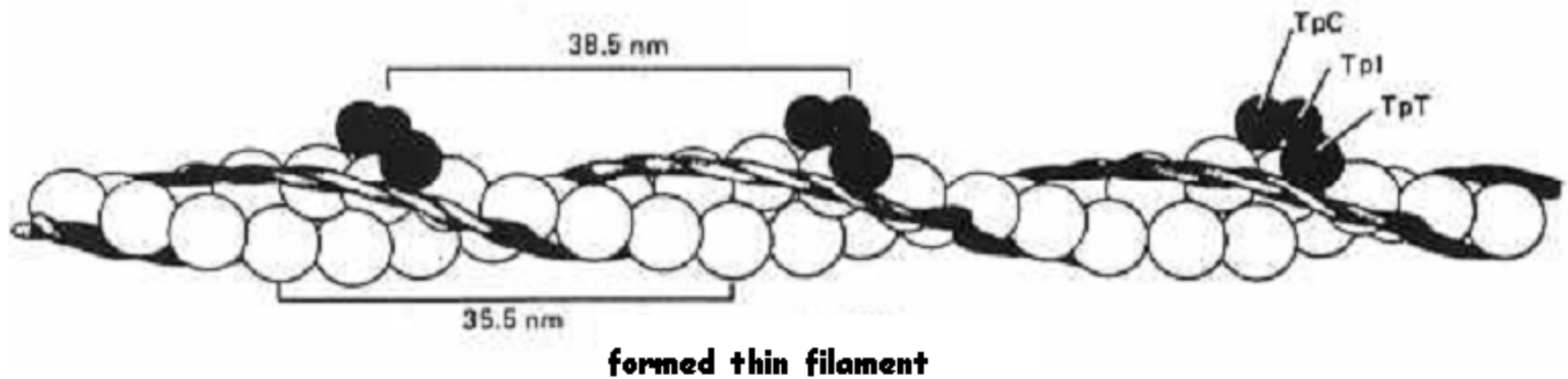
Source: A. Pilawski Podstawy Biofizyki

# Aktyna, Tropomiozyna i Troponiny



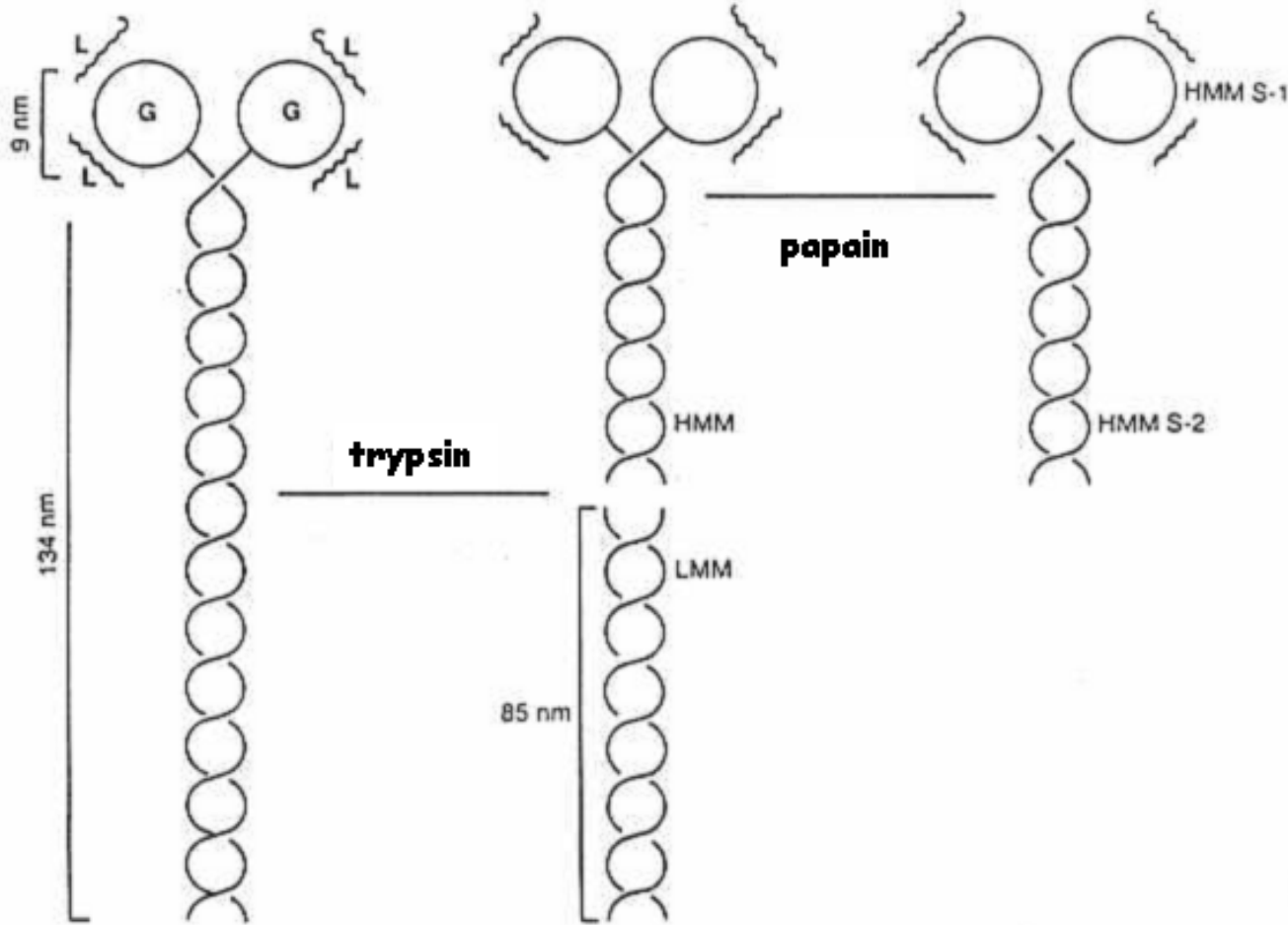
Source: A. Pilawski Podstawy Biofizyki

# Actin, Tropomyosin and Troponins



Source: A. Pilawski Podstawy Biofizyki

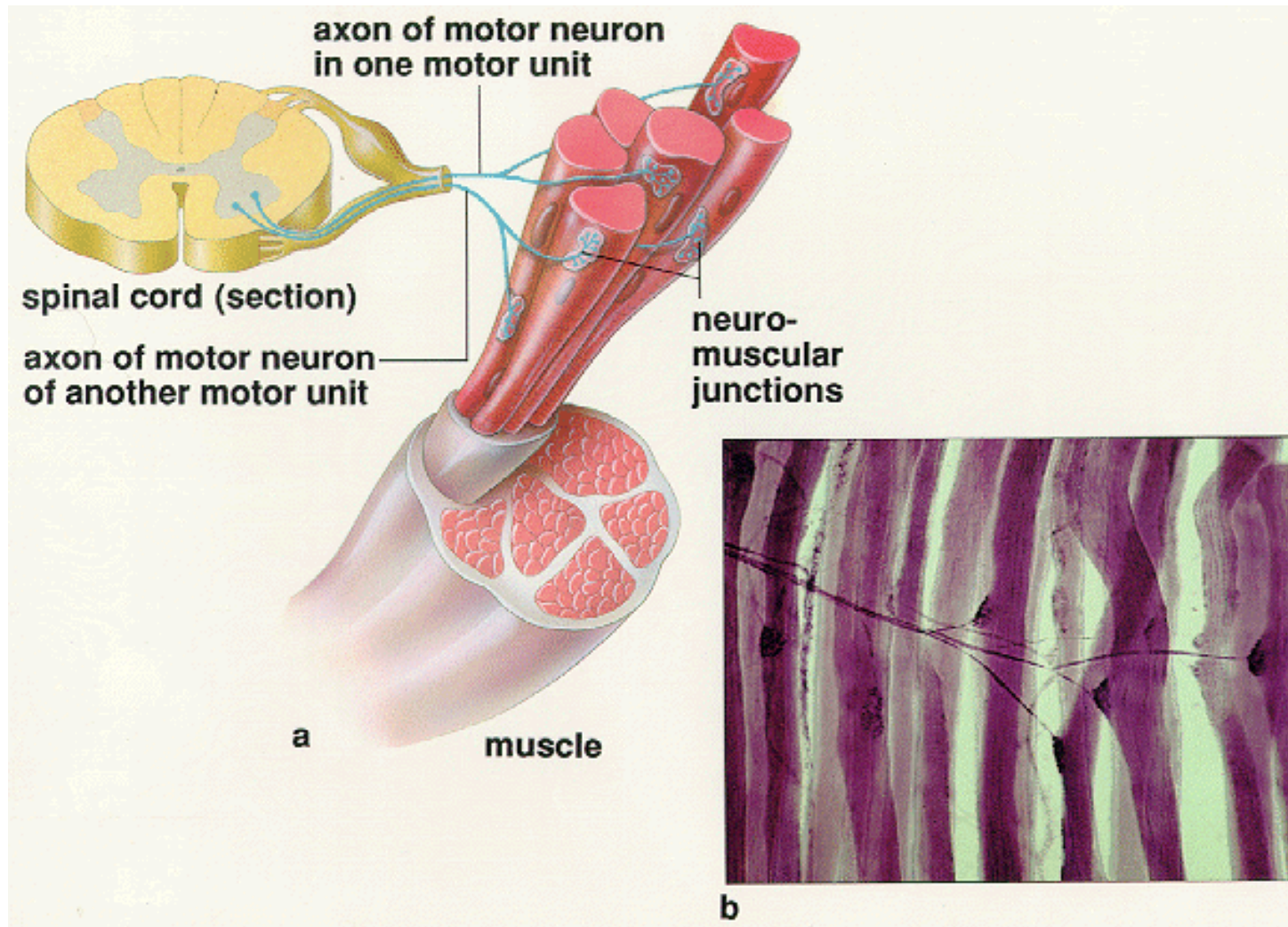
# Miozyna



Source: A. Pilawski Podstawy Biofizyki

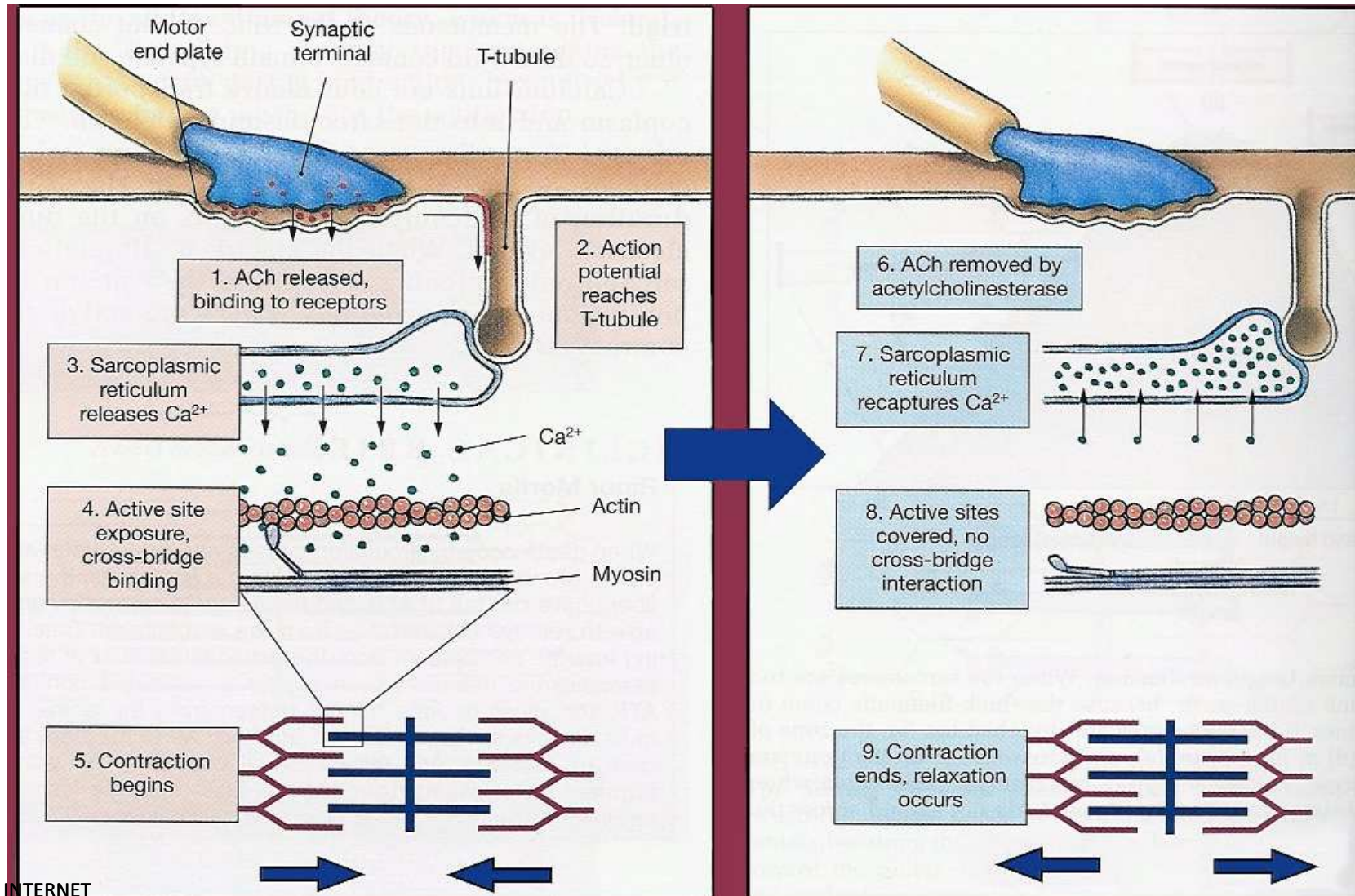


# Aktywacja mięśnia



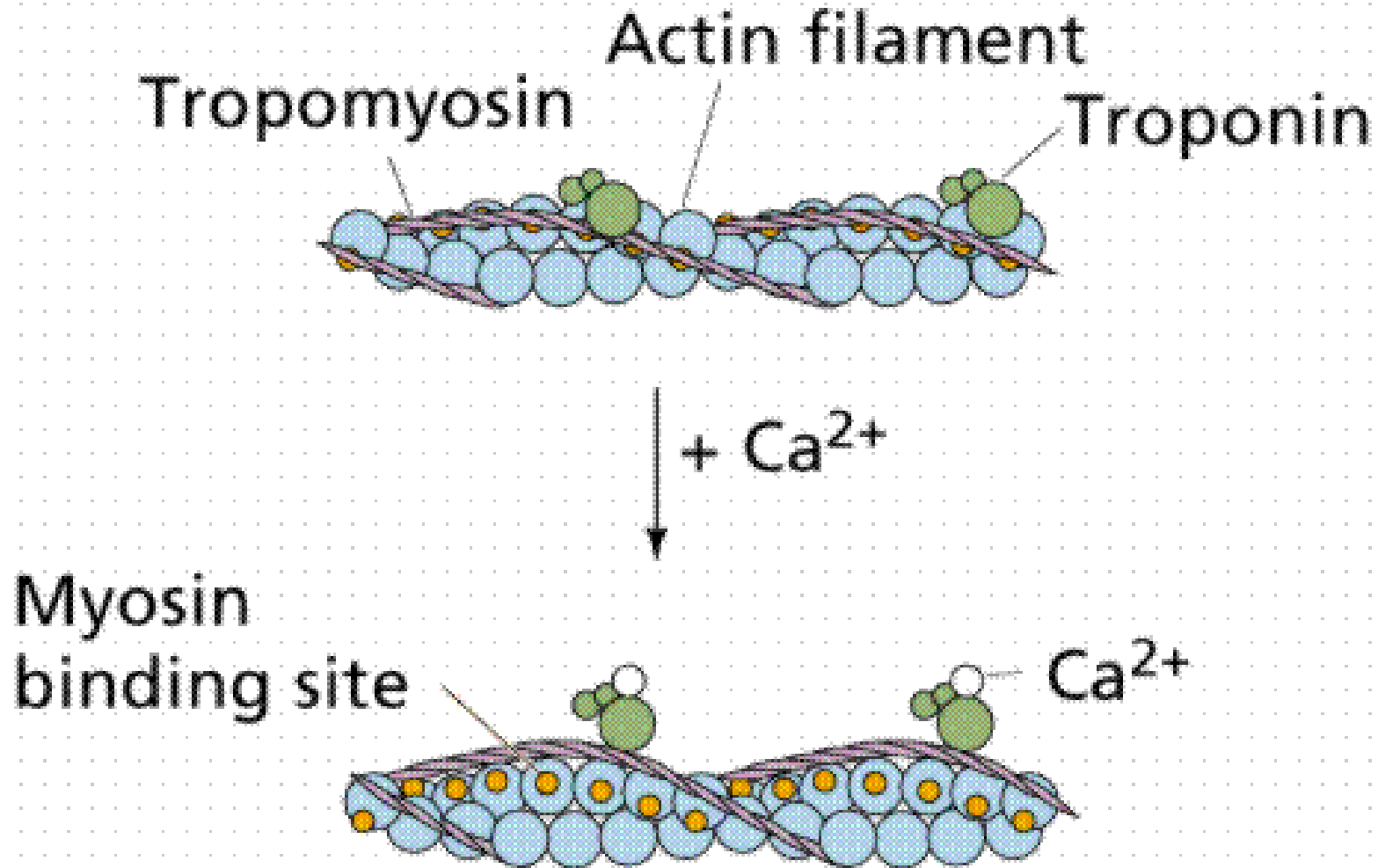
Source: INTERNET

# Aktywacja mięśnia



Source: INTERNET

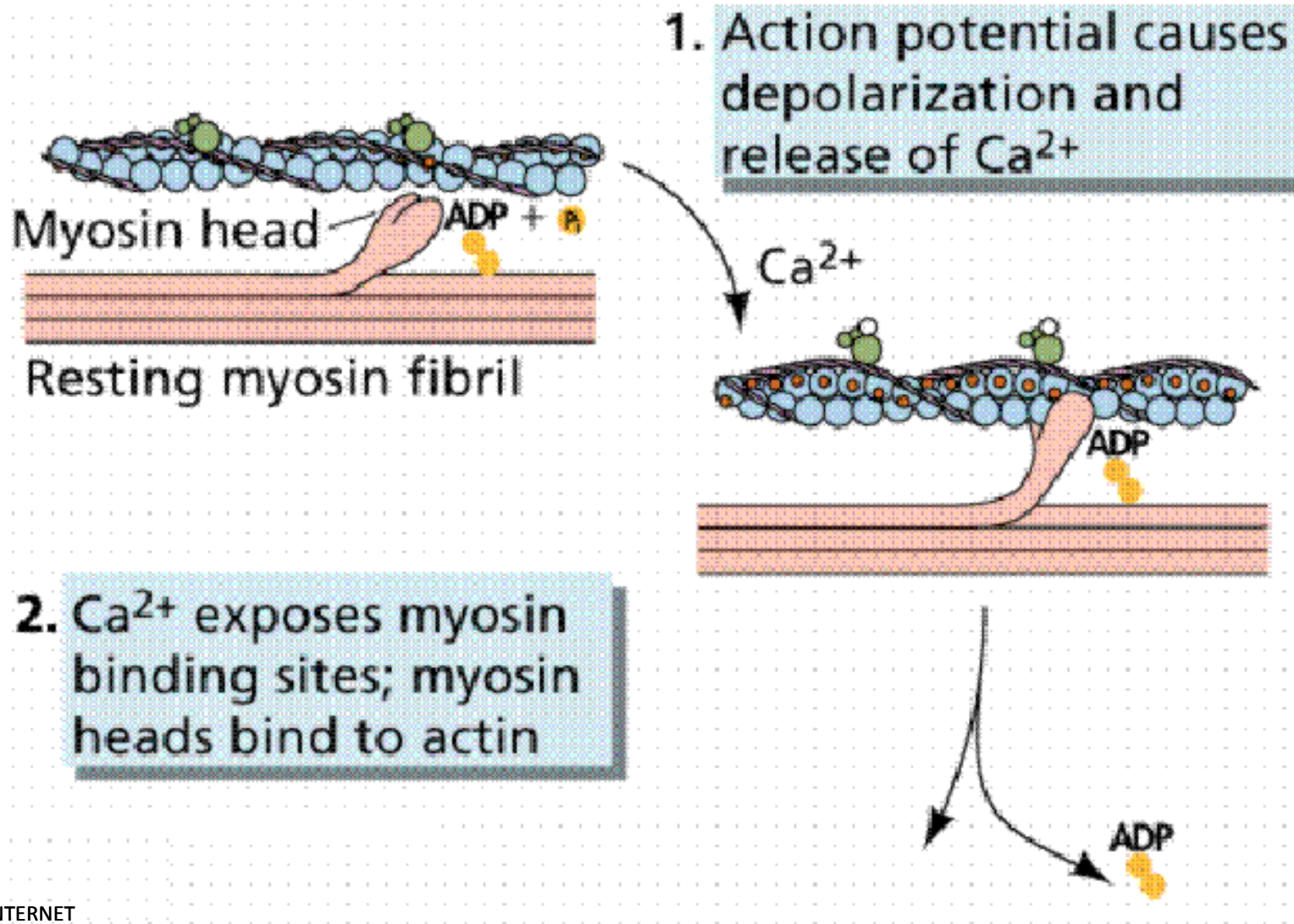
## Rola jonów $\text{Ca}^{2+}$ w skurczu mięśnia



Source: INTERNET

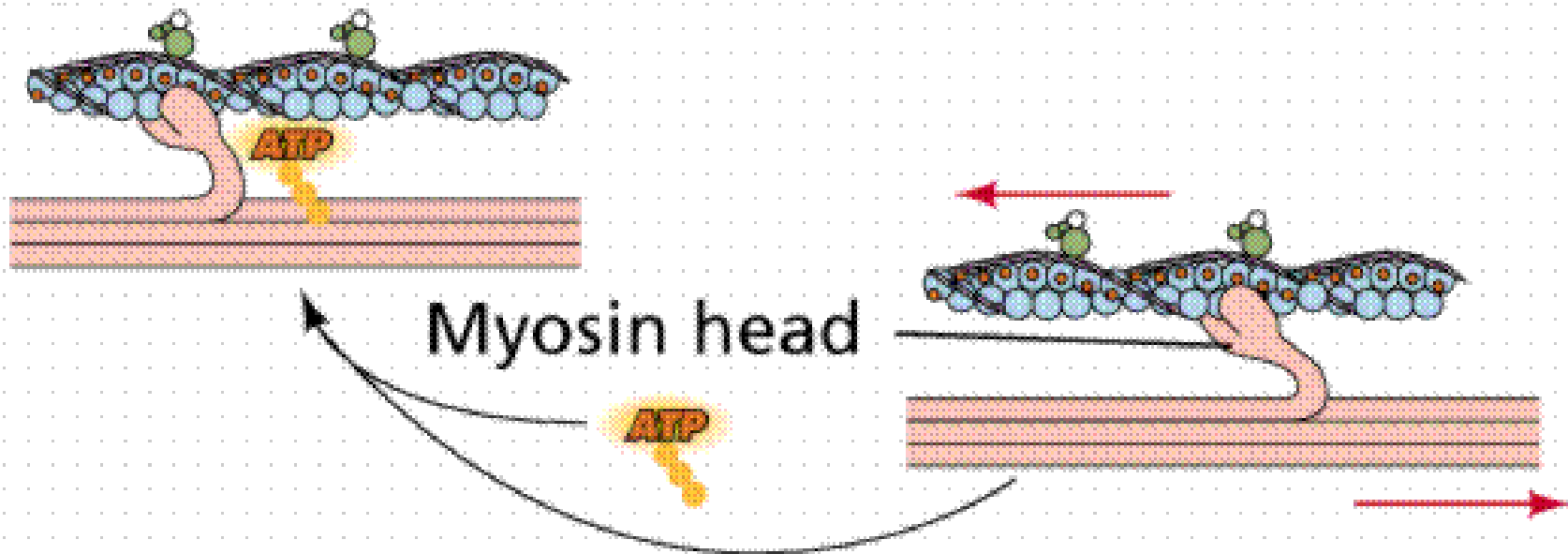


# Mechanizm skurczu mięśnia



Source: INTERNET

## Mechanizm skurczu mięśnia



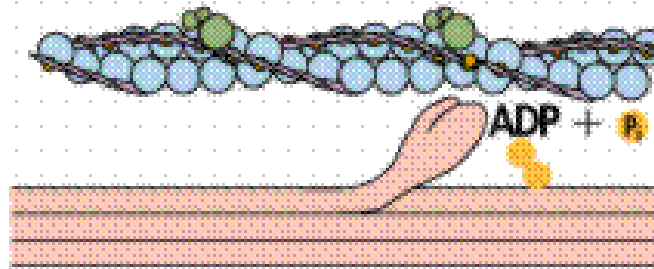
**4.** ATP binds to myosin, causing it to release actin

**3.** Power stroke; filaments slide past one another



## Mechanizm skurczu mięśnia

5. ATP is hydrolyzed and myosin heads return to resting position

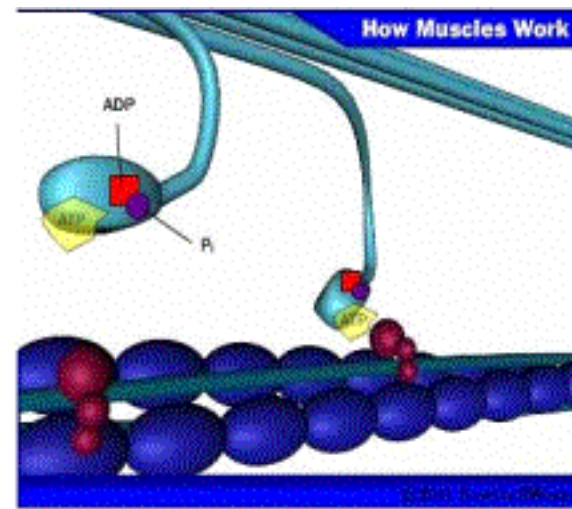
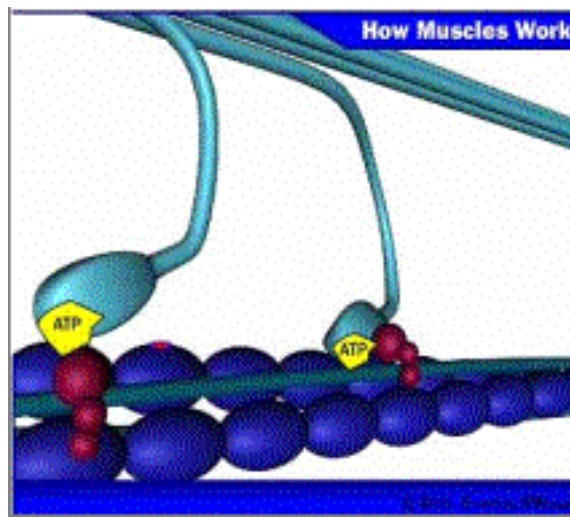
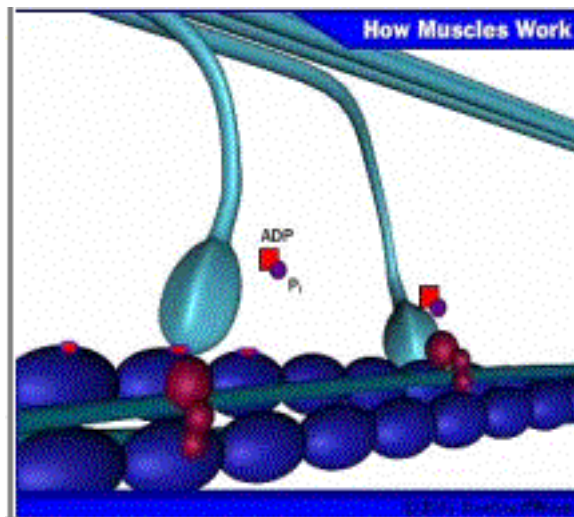
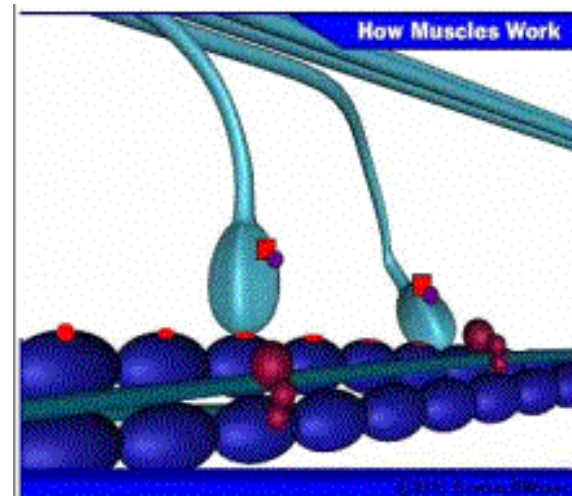
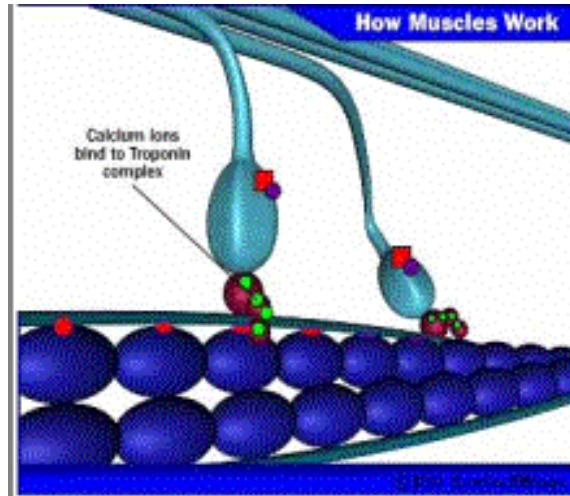
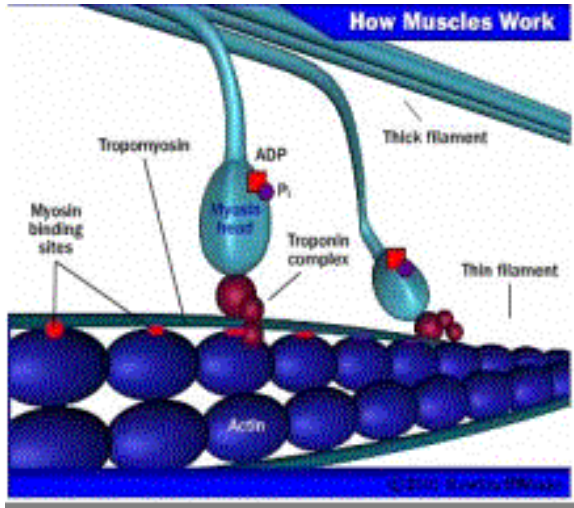


6. If  $\text{Ca}^{2+}$  is returned to sarcoplasmic reticulum, muscle relaxes

7. If  $\text{Ca}^{2+}$  remains available, the cycle repeats and muscle contraction continues

Source: INTERNET

# Mechanizm skurczu mięśnia



Source: INTERNET

## Praca mięśnia

$$dE = dW + dQ$$

$$dQ = A + q$$

$$q = a \, dx$$

$$dW = F \, dx$$

**A – ciepło aktywacji**

**q – ciepło skurczu**


$$dE = A + (F + a) \, dx$$

## Włókna białe i czerwone

Mięśnie szkieletowe zawierają dwa typy włókien, różniących się mechanizmem wytwarzania ATP. Zawartość każdego z typów włókien jest zmienna w zależności od rodzaju mięśnia a także jest różna u różnych osób.

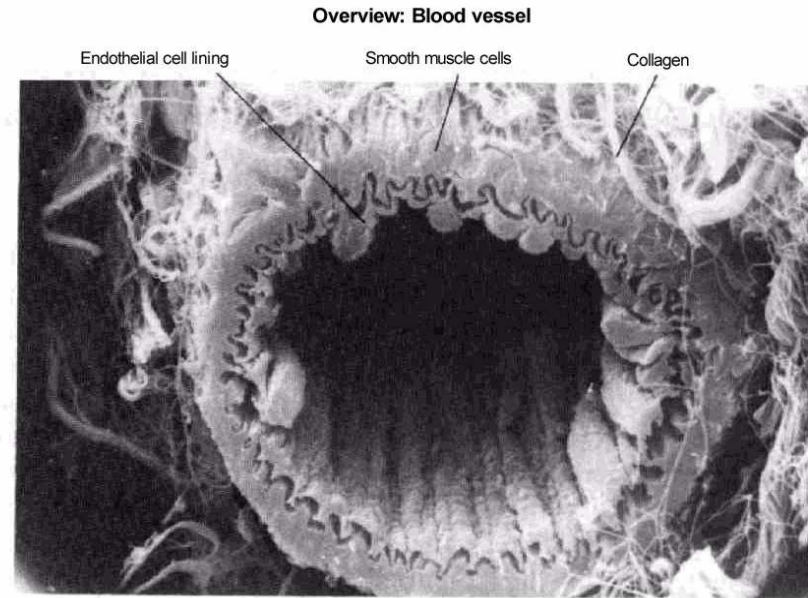
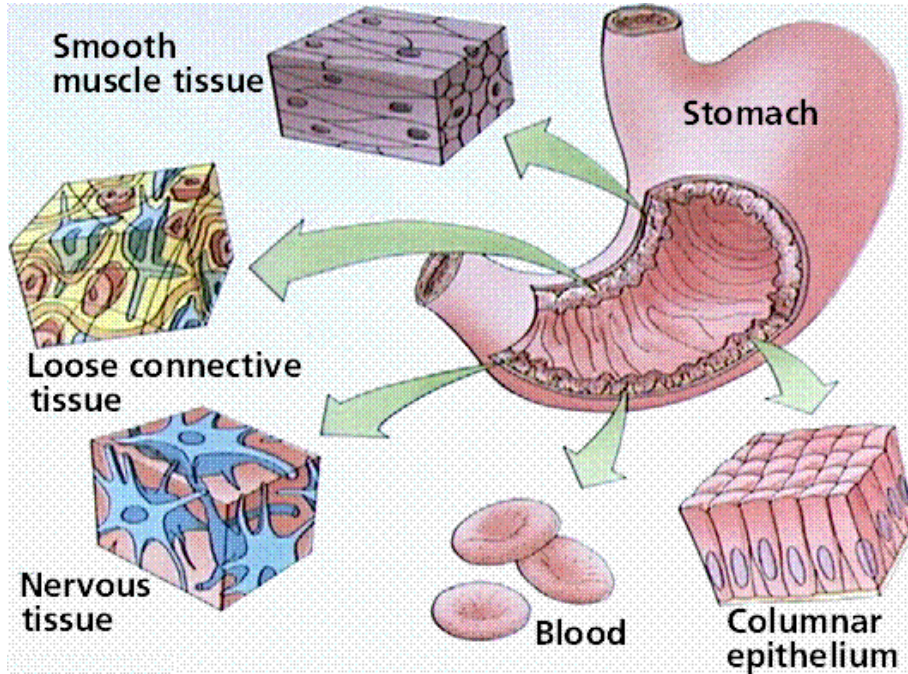
- Czerwone („wolno-kurczliwe”) włókna mają więcej mitochondriów, przechowują tlen w mioglobinie, podlegają metabolizmowi aerobowemu (tlenowemu), i są związane z wytrzymałością. Wolniej produkują ATP. Marańczycy dążą do posiadania jak największej ilości włókien czerwonych.
- Białe („szybko-kurczliwe”) włókna mają mniej mitochondriów, są zdolne do większego wysiłku (ale krótszego), zużywają ATP bardzo szybko i są bardziej podatne do akumulacji kwasu mlekowego. Podnoszący ciężary oraz Sprinterzy dążą do posiadania jak największej ilości białych włókien.

## Charakterystyka typów włókien mięśniowych

<b>Fibre Type</b>	<b>Type I fibres</b>	<b>Type II A fibres</b>	<b>Type II X fibres</b>
Contraction time	Slow	Fast	Very Fast
Size of motor neuron	Small	Large	Very Large
Resistance to fatigue	High	Intermediate	Low
Activity Used for	Aerobic	Long term anaerobic	Short term anaerobic
Force production	Low	High	Very High
Mitochondrial density	High	High	Low
Capillary density	High	Intermediate	Low
Oxidative capacity	High	High	Low
Glycolytic capacity	Low	High	High
Major storage fuel	Triglycerides	Glycogen	Glycogen

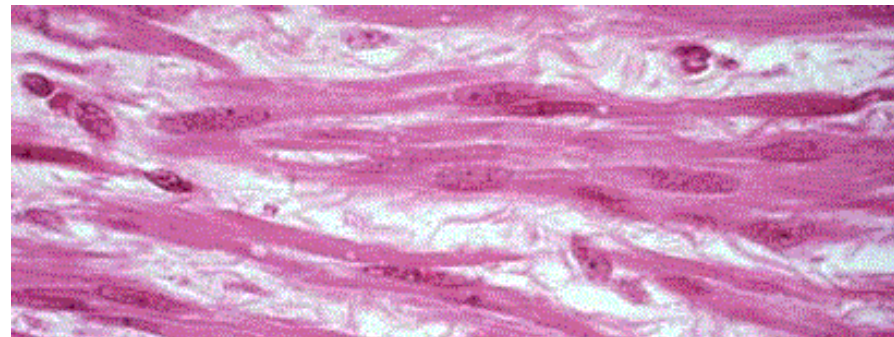


# Mięśnie gładkie



(Alberts et al. 1995)

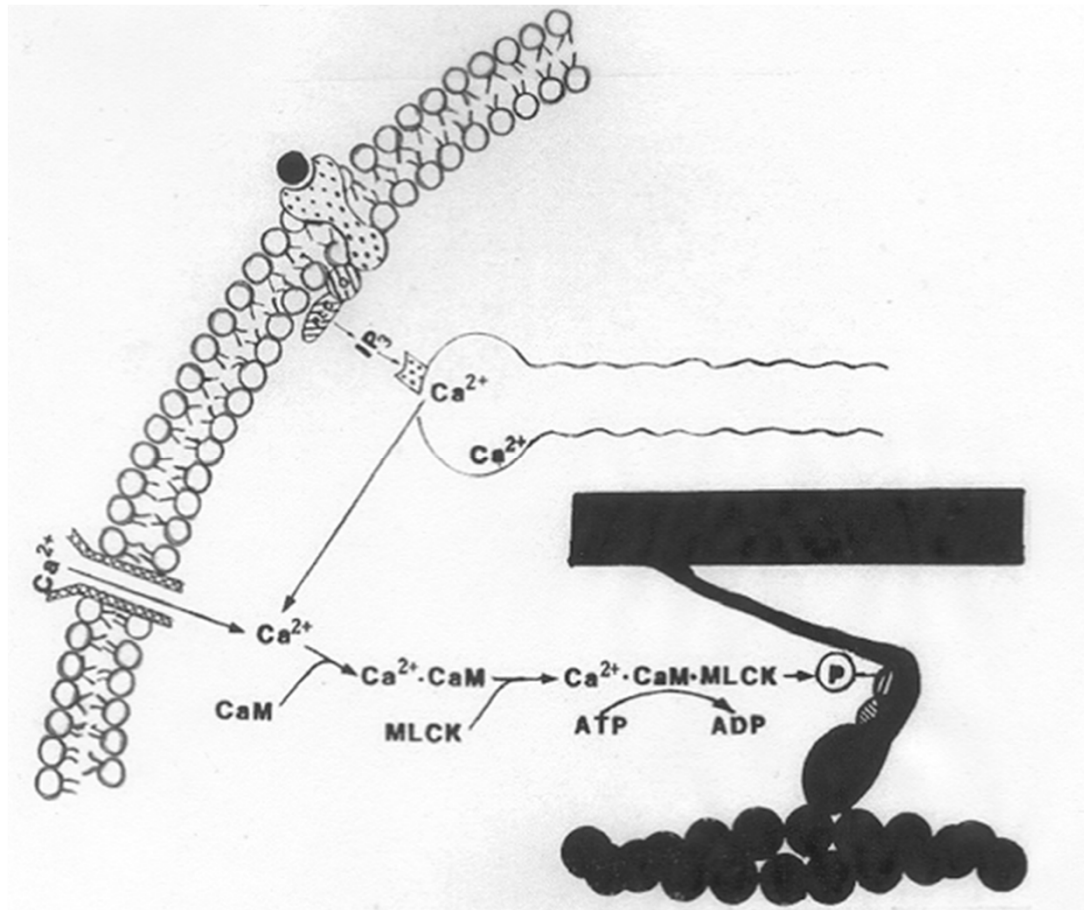
[www.chemic.tu\\_darmstadt.de](http://www.chemic.tu_darmstadt.de)



Source: INTERNET

## Mechanizm skurczu mięśni gładkich

Skurcz mięśnia gładkiego kontrolowana jest przez oddziaływanie  $\text{Ca}^{2+}$  z kalmoduliną

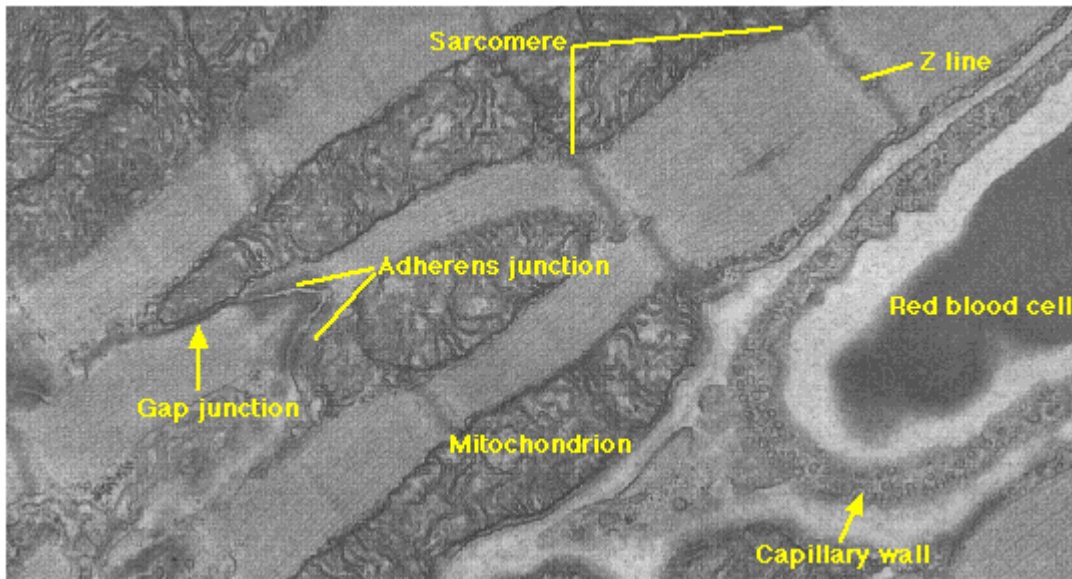


Source: INTERNET

Do mięśni gładkich docierają motoryczne systemu autonomicznego i mogą je stymulować do skurczu lub rozkurczu w zależności od rodzaju uwalnianego neurotransmitera to jest noradrenaliny lub tlenku azotu, NO)).

## Mięśnie sercowe

Mięśnie sercowe przypominają mięśnie szkieletowe: są prążkowane i każda komórka posiada sarkomery z przemieszczającymi się względem siebie filamentami aktyny i miozyny.



- Miofibryle każdej komórki są rozgałęzione.
- Rozgałęzienia te łączą się z sąsiednimi włóknami za pomocą adhezyjnych połączeń (adherens junctions). To silne przyleganie umożliwia synchronizację skurczu mięśnia serca bez zrywania połączeń włókien.

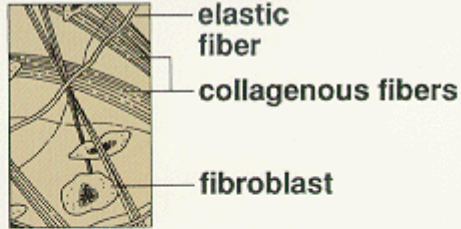
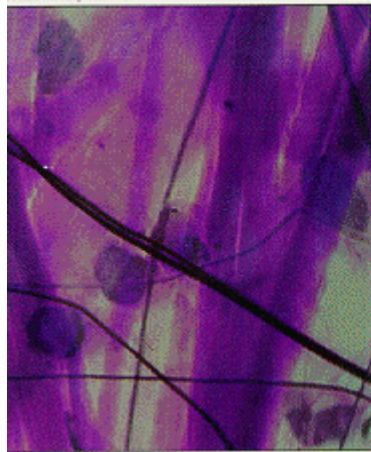
Source: INTERNET



## Mięśnie sercowe

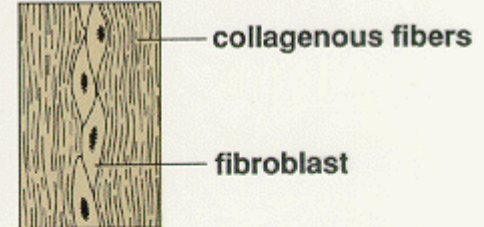
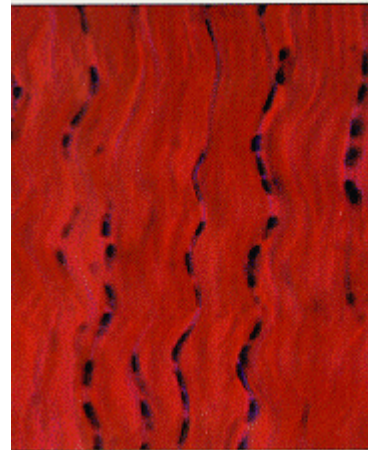
- Potencjał czynnościowy wyzwalający skurcz mięśnia serca generowany jest przez samo serce. Nerwy motoryczne autonomicznego systemu nerwowego połączone są z mięśniem sercowym, ale moduluja tylko - wzrost lub spadek - częstości i siły skurczu mięśnia. Nawet gdy nerwy są zniszczone (jak w trakcie transplantacji serca) serce kontynuuje wewnątrznie wyzwalane skurcze.
- Potencjał czynnościowy sterujący skurczem mięśnia sercowego przekazywany jest z włókna na włókno przez połączenie szczelinowe (gap junctions).
- Czas refrakcji mięśnia sercowego jest dłuższy niż sumaryczny czas skurczu (systole) rozkurczu (diastole).
- Mięsień sercowy jest bogaciej zaopatrzony w mitochondria niż mięsień szkieletowy. Wskazuje to na większe uzależnienie od oddychania komórkowego dla produkcji ATP.
- Mięsień szkieletowy posiada trochę glikogenu i może korzystać z glikolizy, gdy ograniczone jest zaopatrzenie w tlen. Jednak jakiegokolwiek zaburzenie w dopływie utlenowanej krwi do mięśnia sercowego szybko prowadzi do jego uszkodzenia - a nawet śmierci - w niedotlenionej części. Tak dzieje się w trakcie zawału mięśnia sercowego.

# Tkanka łączna



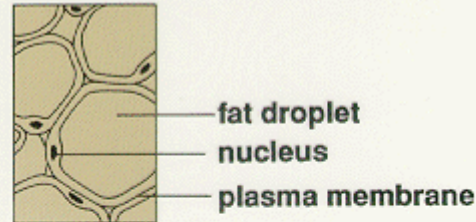
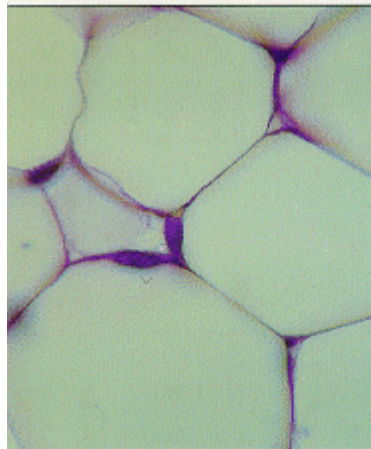
**TYPE:** Loose  
**COMMON LOCATIONS:** Under skin, most epithelia  
**FUNCTION:** Support, elasticity

Typ luźny



**TYPE:** Dense, regular  
**COMMON LOCATIONS:** Tendons, skin, kidney capsule  
**FUNCTION:** Support, elasticity

Typ regularny



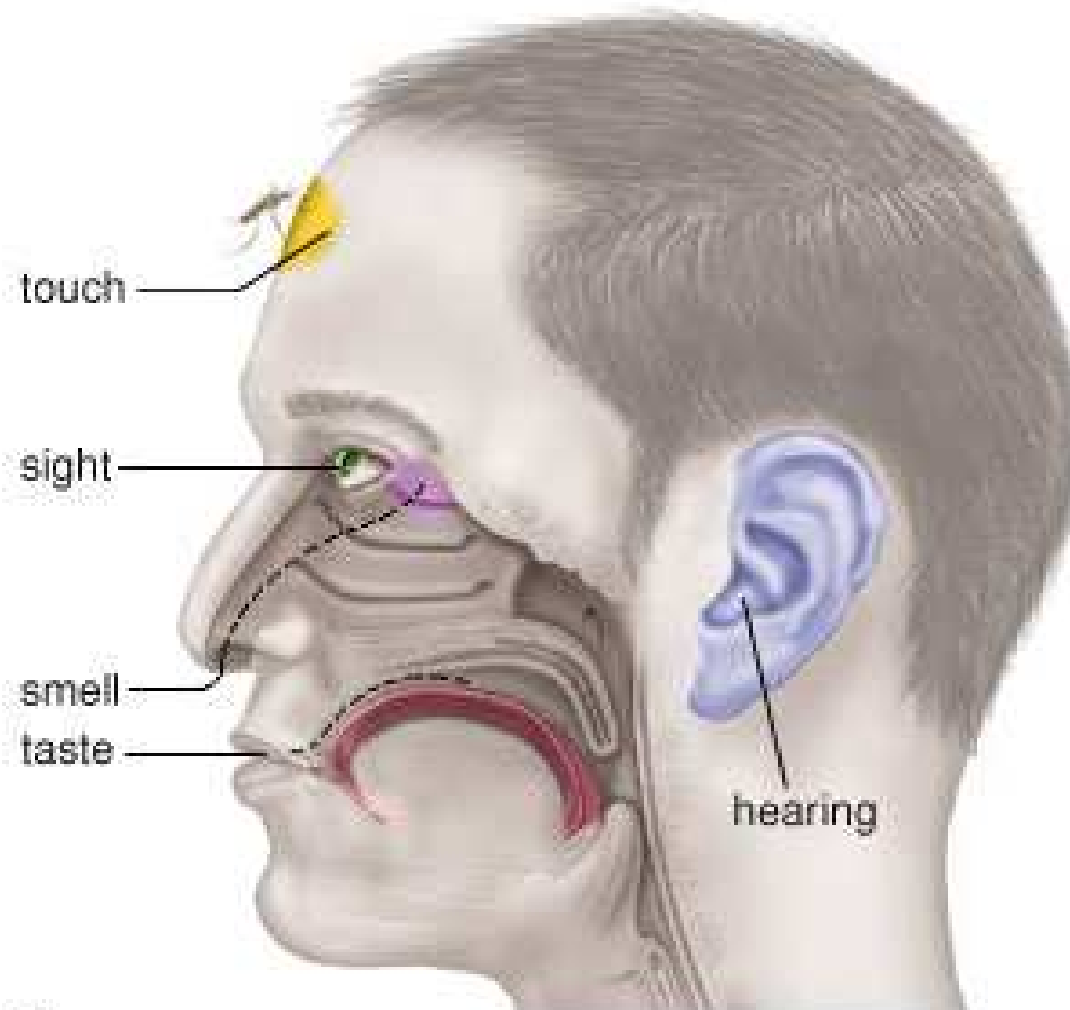
**TYPE:** Adipose  
**COMMON LOCATIONS:** Under skin, around kidneys, heart  
**FUNCTION:** Energy reserve, insulation, padding

Typ tłuszczowy

Source: INTERNET

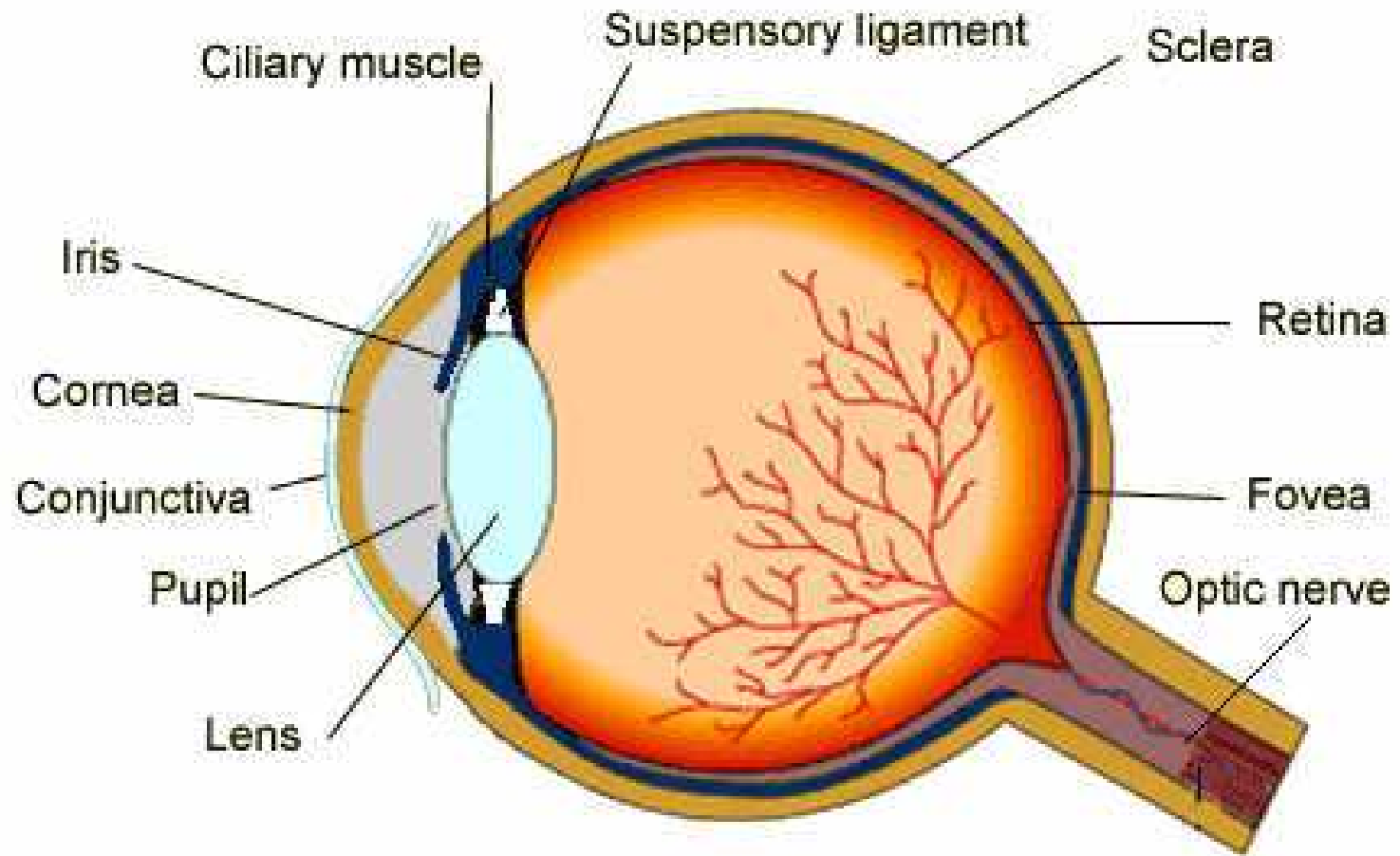


# Zmysły



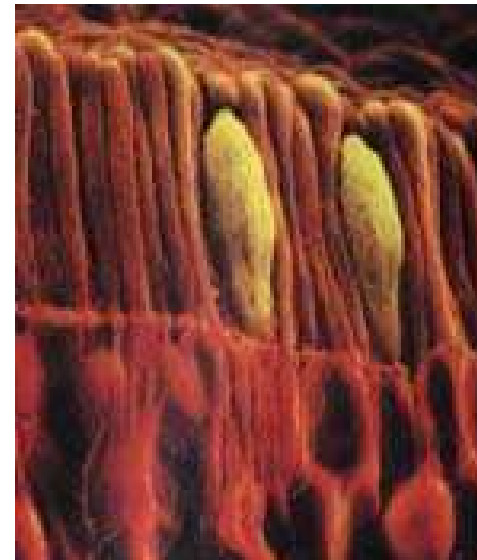
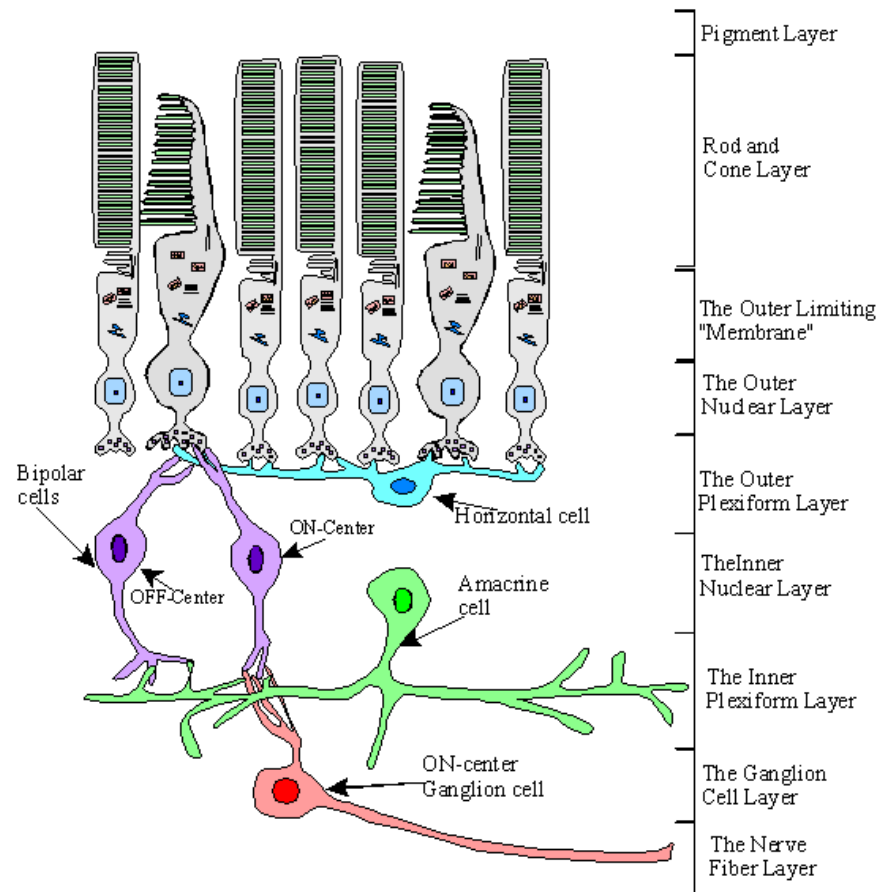
© 2006 Encyclopædia Britannica, Inc.

# Widzenie



<http://www.scientificpsychic.com/workbook/chapter2.htm>

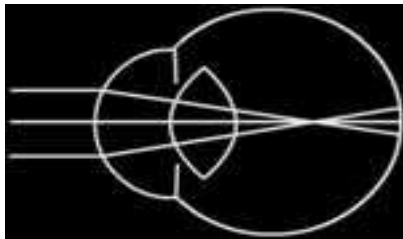
# Siatkówka



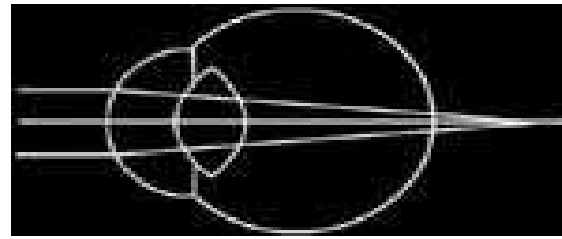
[www.csulb.edu/~cwallis/482/visualsystem/eye.html](http://www.csulb.edu/~cwallis/482/visualsystem/eye.html)

# Defekty widzenia

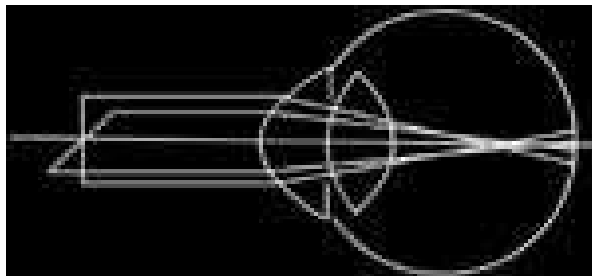
Niektóre rodzaje zaburzeń widzenia mogą być korygowane soczewkami.



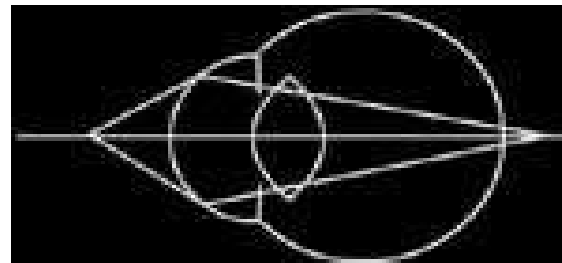
krótkowzroczność



dalekowzroczność

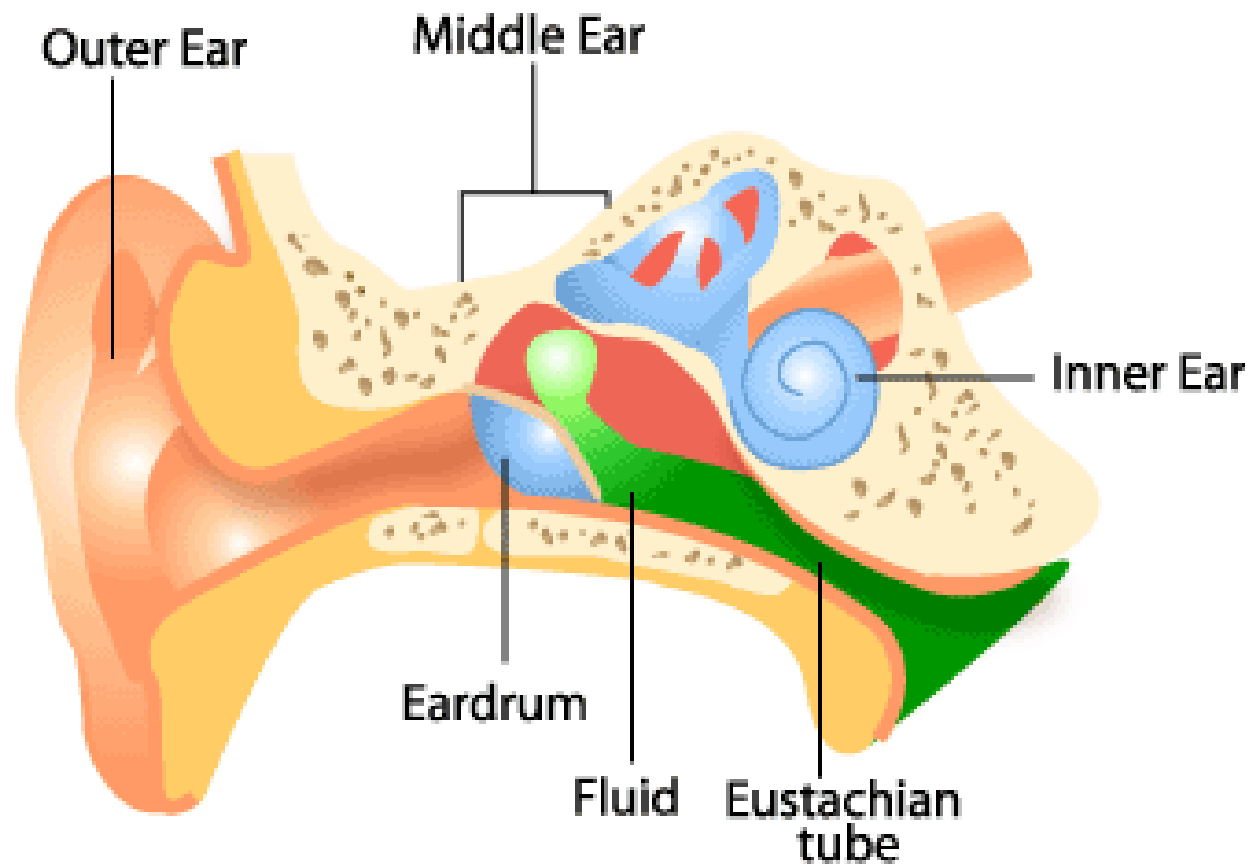


astygmatyzm



dalekowzroczność  
starcza

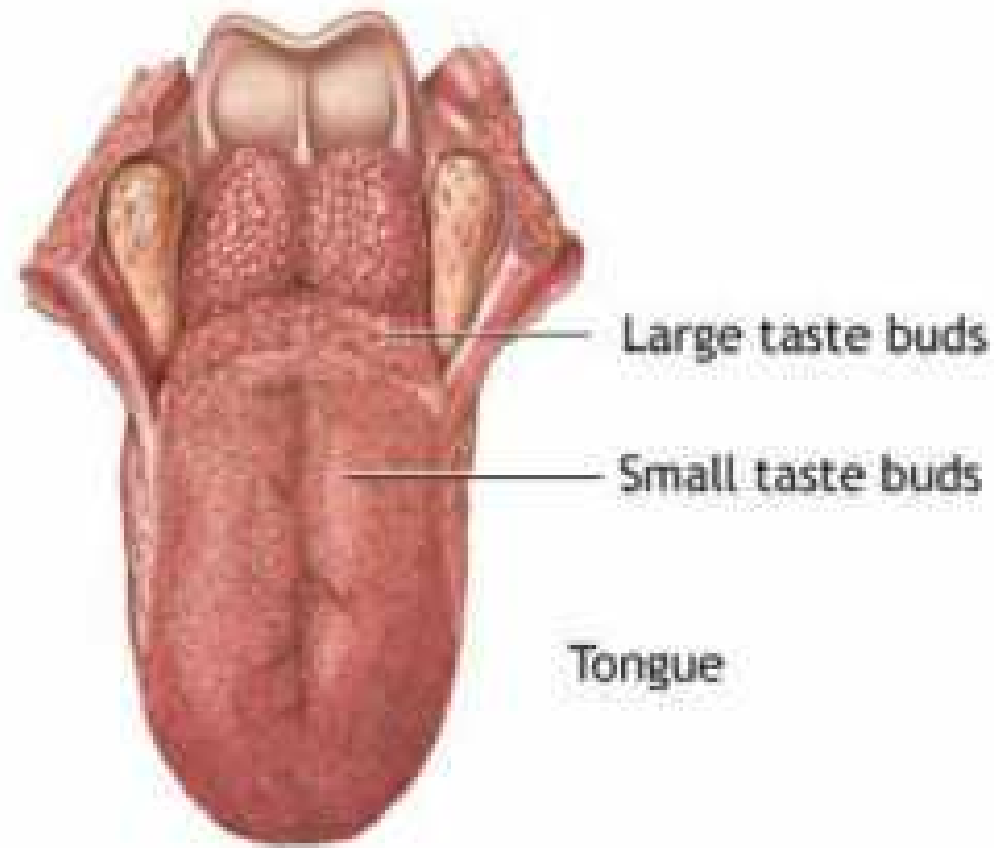
# Słyszenie



<http://www.scientificpsychic.com/workbook/chapter2.htm>

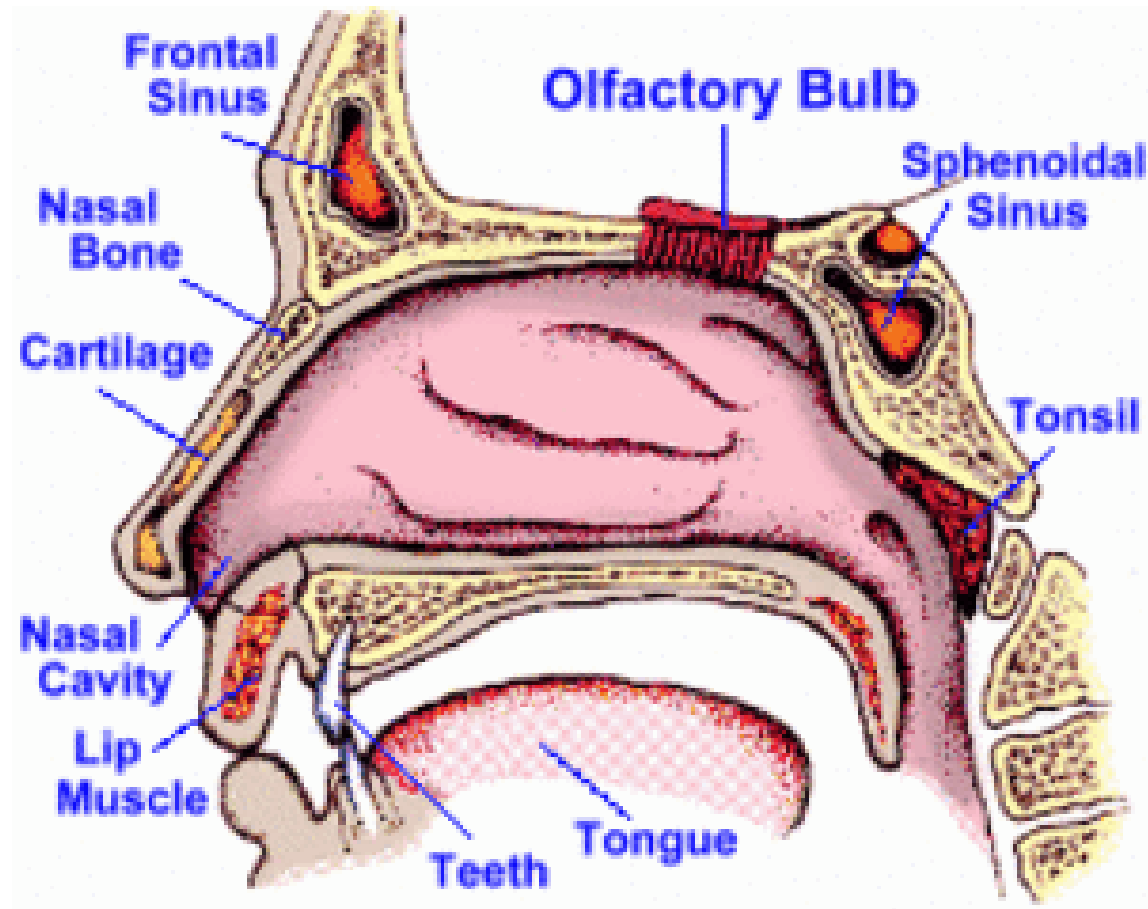


# Smak



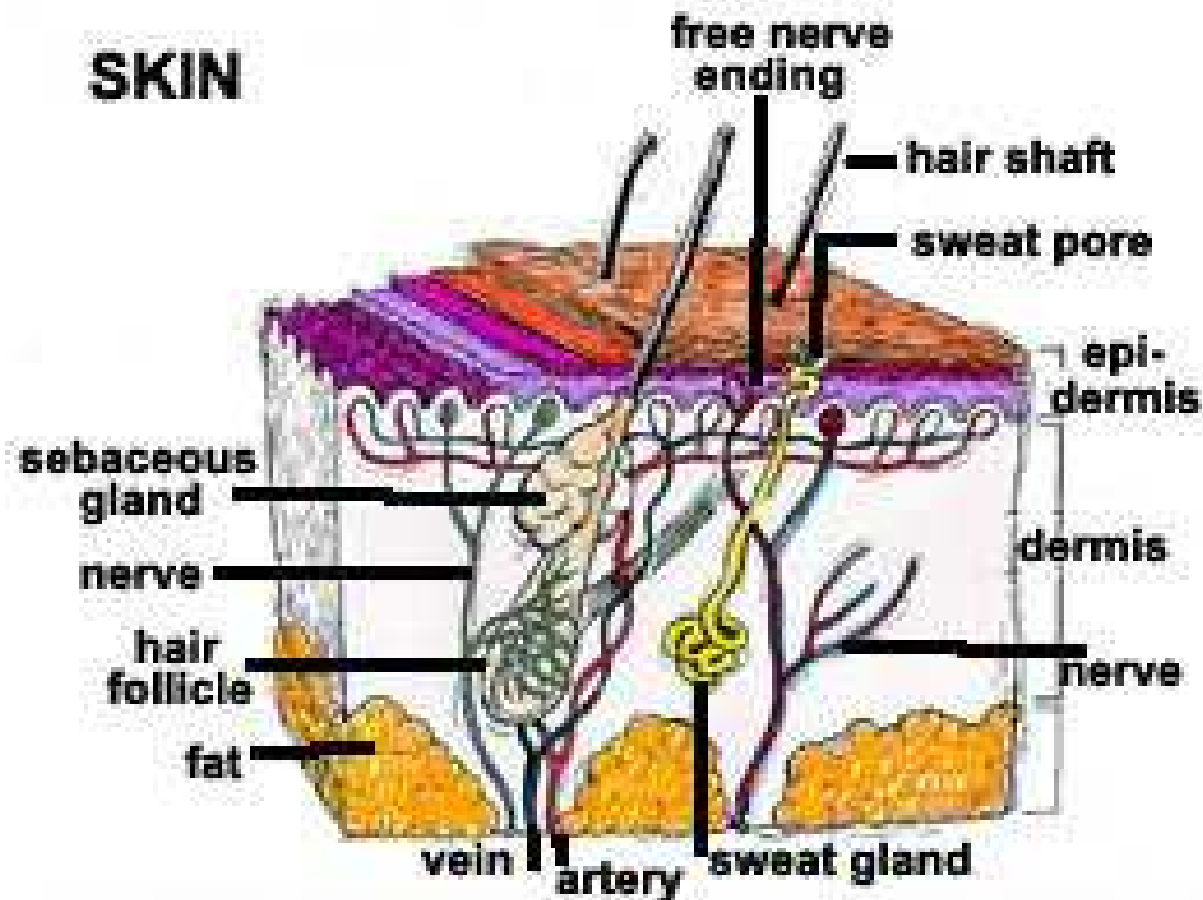
<http://www.scientificpsychic.com/workbook/chapter2.htm>

# Węch



<http://www.scientificpsychic.com/workbook/chapter2.htm>

# Dotyk



<http://www.scientificpsychic.com/workbook/chapter2.htm>