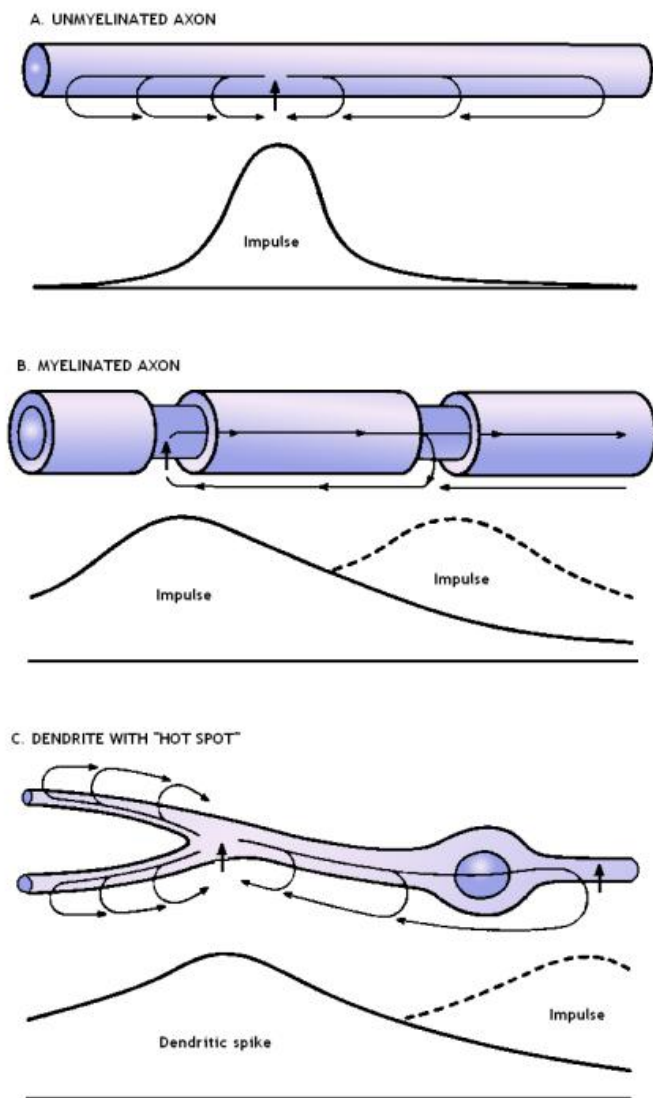


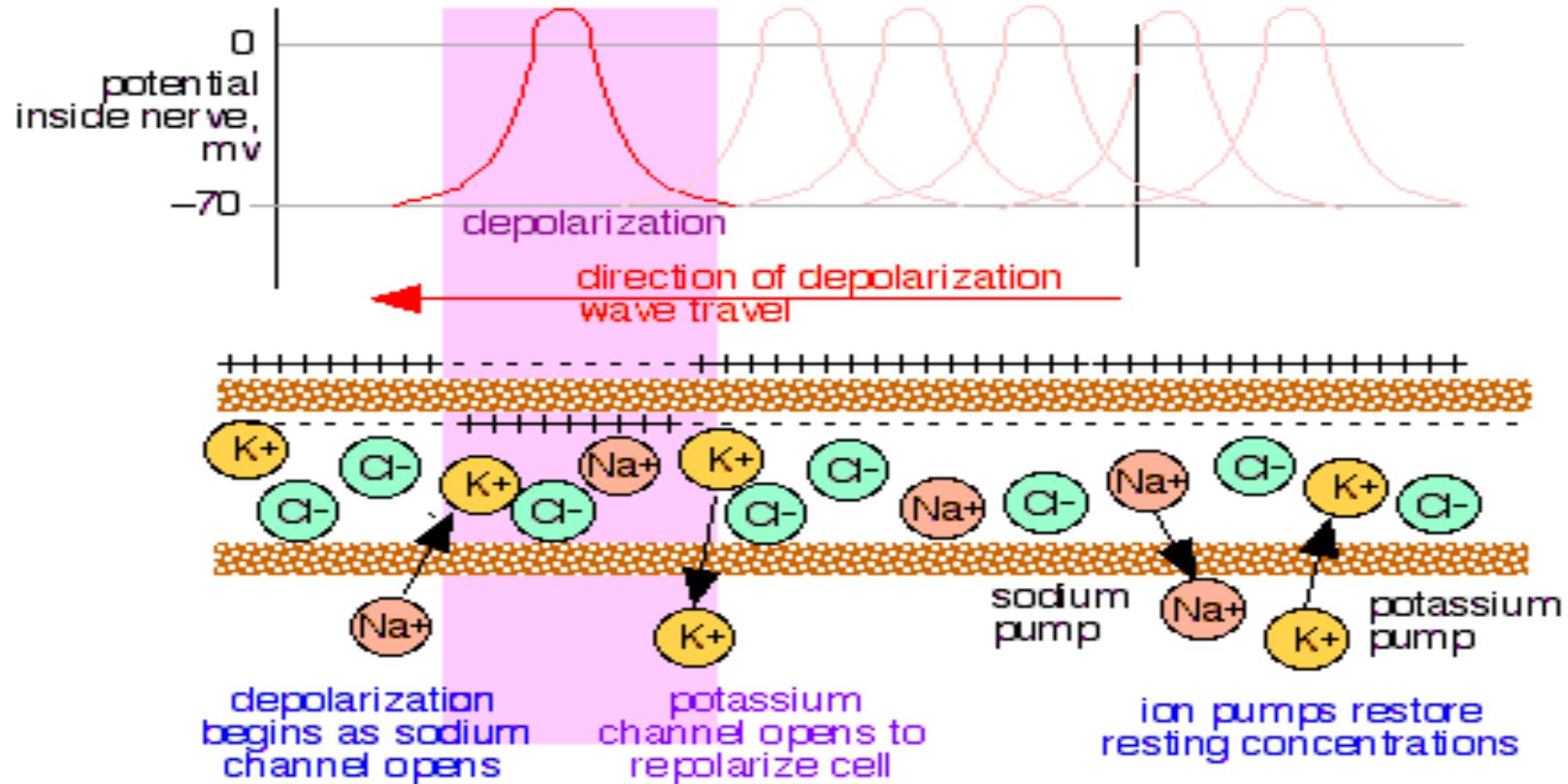
Potencjał czynnościowy - propagacja



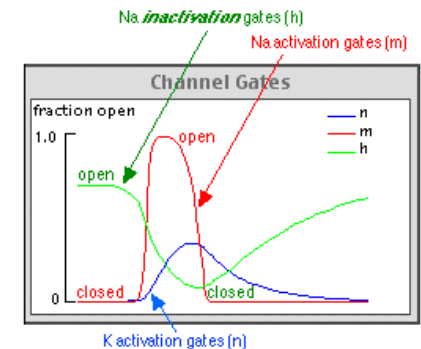
Prąd wpływający do komórki musi z niej wypłynąć by zamknąć obwód prądowy. Jony płyną wzdłuż komórki szukając miejsc najmniejszego oporu błony. Prądy te (tzw. prądy lokalne) rozprzestrzeniają depolaryzację do sąsiednich rejonów aksonu gdzie, jeśli próg jest osiągnięty, generowany jest następny potencjał.

- A. We włóknach niezmielinizowanych propagacja następuje w sposób ciągły.
- B. B. We włóknach z mieliną propagacja następuje skokowo – od jednego przewężenia do następnego.
- C. W dendrytach występują odcinki błony aktywnej (tzw. hot spots), w których może być generowany impuls. Jest to odmiana propagacji skokowej.

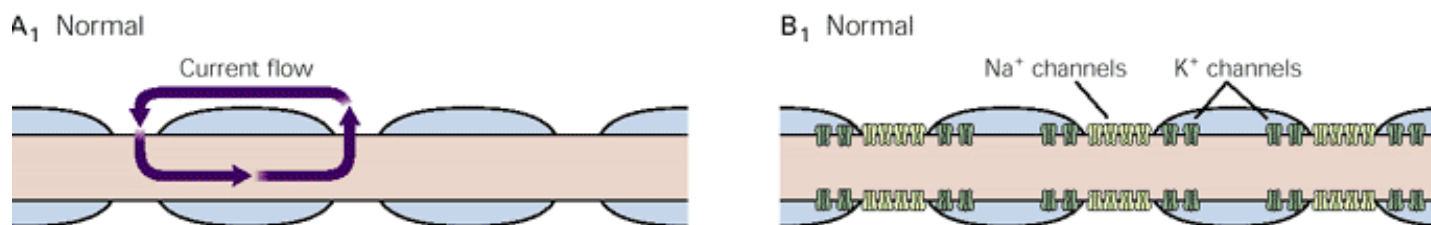
Jednokierunkowa propagacja potencjału czynnościowego



Jednokierunkowe przewodzenie potencjału czynnościowego związane jest z inaktywacją (tj. bramką h) napięciowzależnych kanałów Na^+ , które są nieaktywne przez wiele milisekund po otwarciu. Zamknięcie kanałów Na^+ 'za' potencjałem czynnościowym wynika również z hiperpolaryzacji związanej z otwarciem kanałów K^+ .

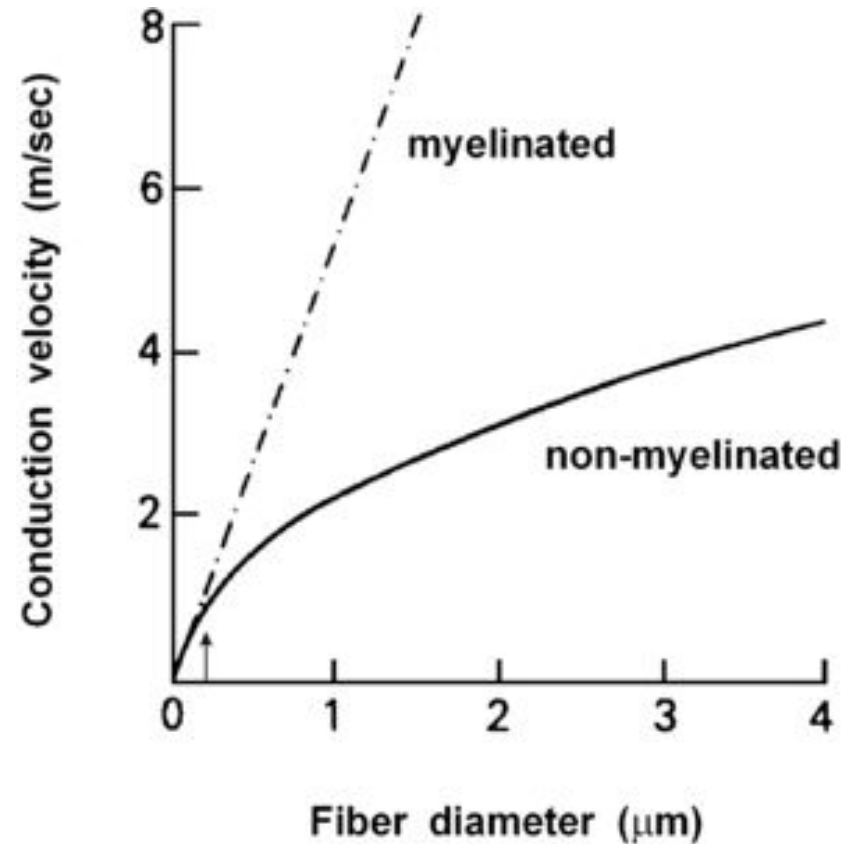


Skokowa propagacja potencjału czynnościowego



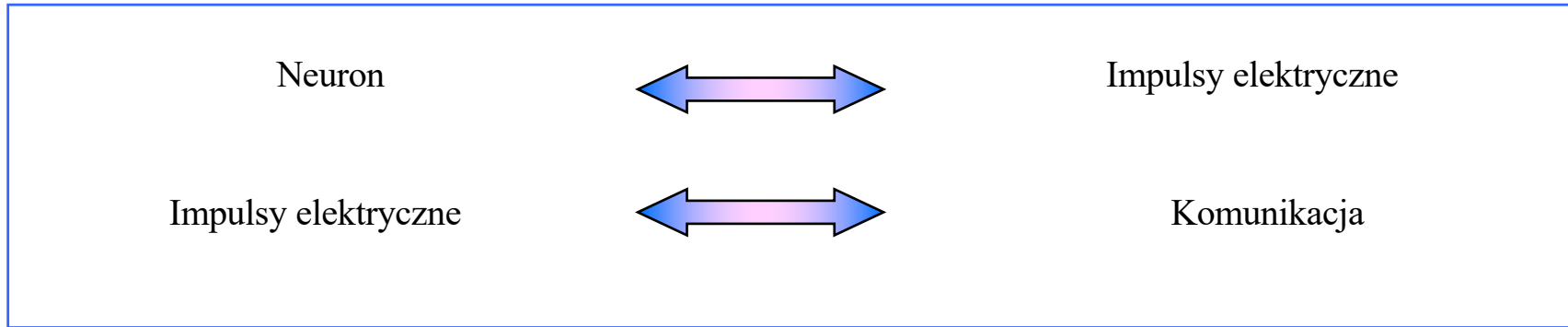
W obszarach zmielinizowanych błona ma duży opór oraz małą pojemność, co powoduje, że prąd płynie pomiędzy przewężeniami Ranviera. W przewężeniach znajduje się duża liczba kanałów Na⁺. Kanały K⁺ znajdują się pod mieliną, pomiędzy przewężeniami. W pojedynczym przewężeniu znajduje się ok. 700 000 kanałów sodowych, tj. 12,000/um² błony w przewężeniu. Pomiedzy przewężeniami gęstość kanałów wynosi ok. 25/um².

Prędkość propagacji potencjału czynnościowego

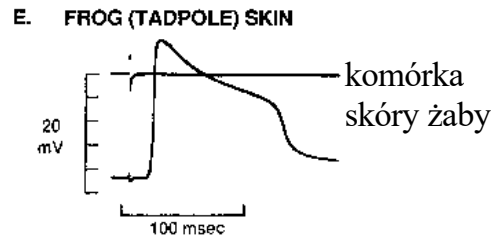
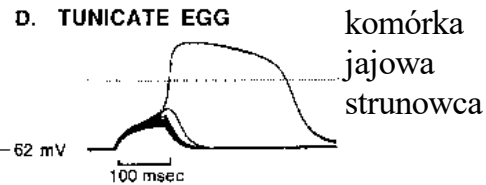
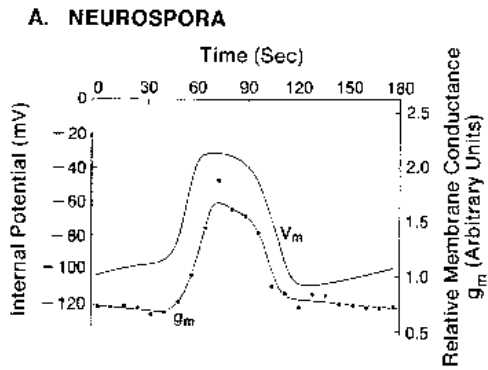


W aksonach niezmielinizowanych prędkość propagacji jest proporcjonalna do pierwiastka kwadratowego ze średnicy aksonu. W aksonach zmielinizowanych prędkość propagacji jest proporcjonalna do średnicy aksonu. Mediana średnicy aksonów w spidle wielkim u człowieka wynosi ok. 0.55 μm.

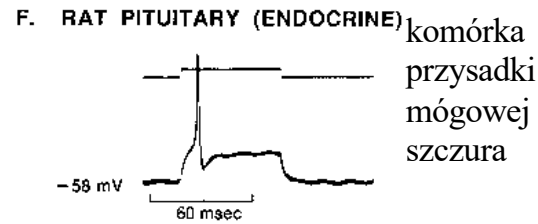
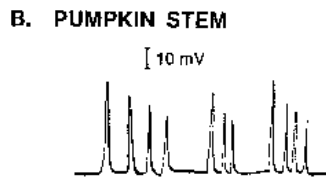
Dwa mity



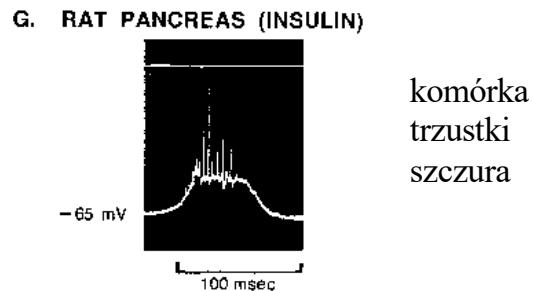
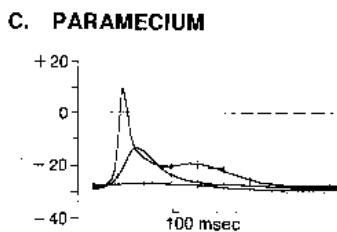
komórka grzyba



pień dyni



komórka pierwotniaka



Komórki Rosiczki generują impulsy elektryczne podczas zamykania listków

Synapsa



SIR CHARLES SCOTT
SHERRINGTON

So far as our present knowledge goes, we are led to think that the tip of a twig of the arborescence is not continuous with but merely in contact with the substance of the dendrite or cell body on which it impinges. Such a special connection of one nerve cell with another might be called a *synapse*.

Sir Charles Sherrington, 1897, Podręcznik fizjologii

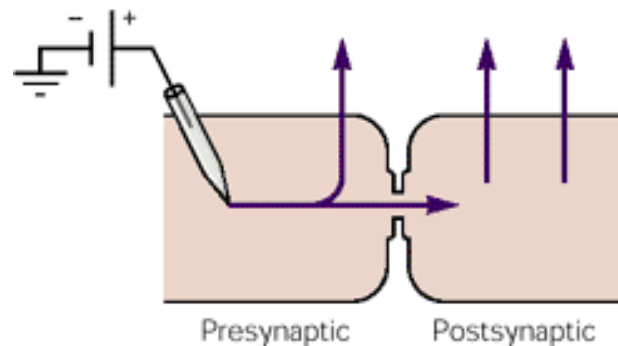
<gr. *sýnapsis* połączenie>

Synapsy chemiczne i elektryczne

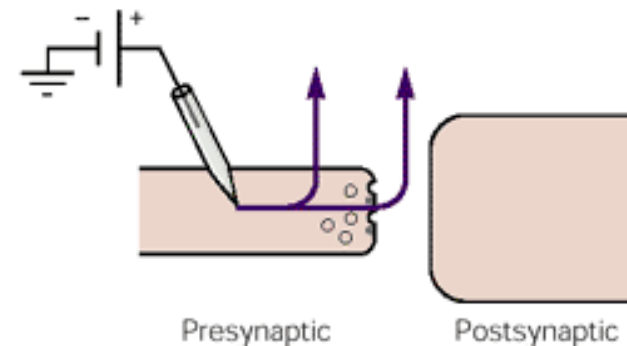
Dwa główne sposoby komunikacji w układzie nerwowym: synapsy elektryczne i synapsy chemiczne.

Type of synapse	Distance between pre- and postsynaptic cell membranes	Cytoplasmic continuity between pre- and postsynaptic cells	Ultrastructural components	Agent of transmission	Synaptic delay	Direction of transmission
Electrical	3.5 nm	Yes	Gap-junction channels	Ion current	Virtually absent	Usually bidirectional
Chemical	20-40 nm	No	Presynaptic vesicles and active zones; postsynaptic receptors	Chemical transmitter	Significant: at least 0.3 ms, usually 1-5 ms or longer	Unidirectional

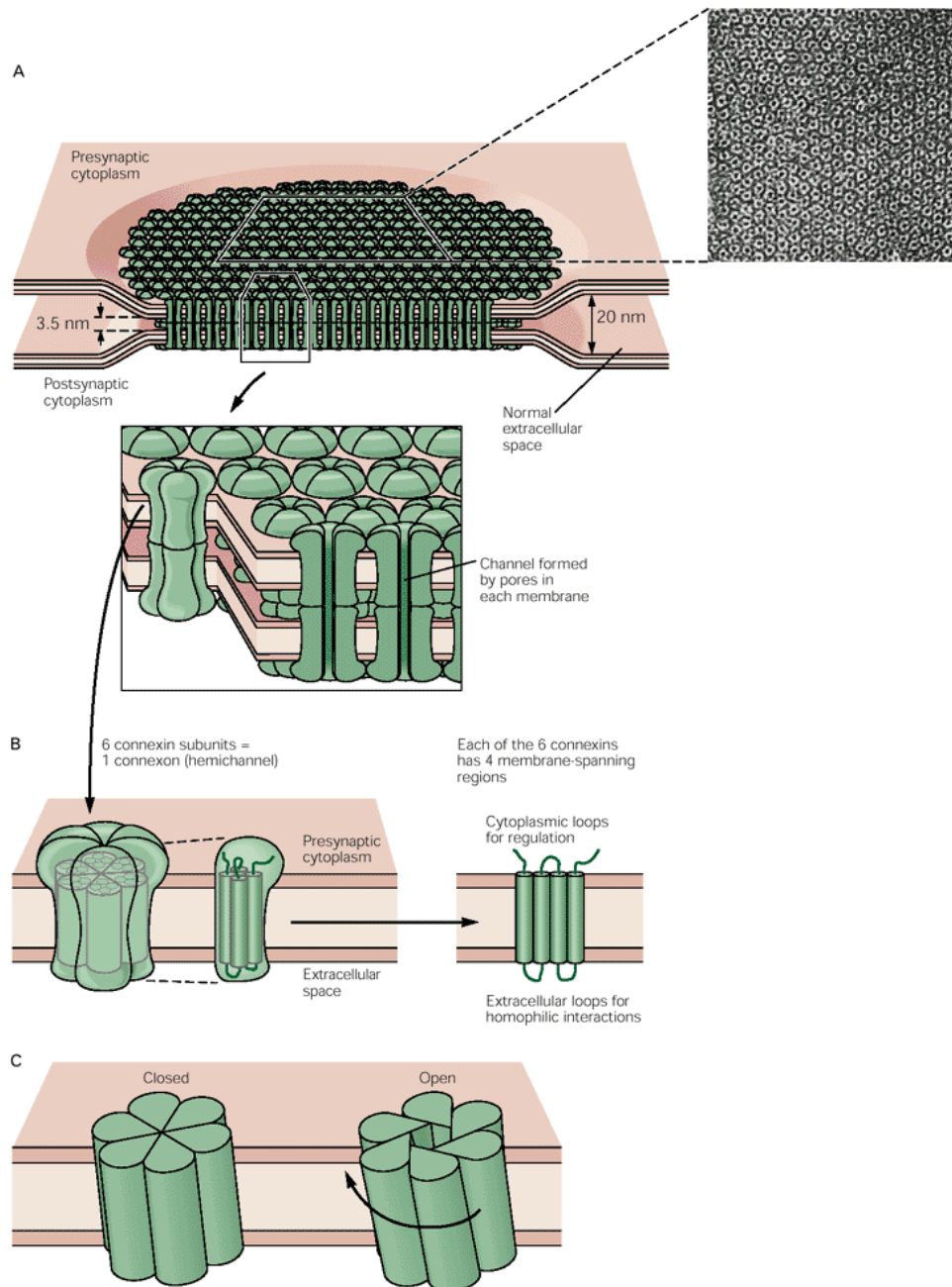
A Current flow at electrical synapses



B Current flow at chemical synapses



Synapsy elektryczne



A. W synapsie elektrycznej dwie komórki są połączone kanałami szczelinowymi (gap-junction channels). Kanały te umożliwiają bezpośredni przepływ jonów pomiędzy dwoma komórkami. Dodatkową ułatwieniem komunikacji jest zawężenie przestrzeni zewnątrzkomórkowej z 20nm do 3.5 nm w złączu szczelinowym (gap junction).

Mikrografia elektronowa połączenia szczelinowego. Macierz kanałów wyizolowana z błony wątroby szczura. Każdy kanał ma strukturę hexagonalną. Powiększenie: X 307 800

B. Każdy półkanał (connexon) składa się z sześciu identycznych podzespołów (connexin).

C. Podzespoły są ułożone tak, że tworzą por pośrodku kanału. Por jest otwarty gdy podzespoły są skręcone względem podstawy. Na otwarcie lub zamknięcie poru może wpływać poziom pH i stężenie Ca^{2+} w komórce. Synapsy elektryczne mogą mieć również napięciowo zależne bramki oraz reagować na różne neuroprzekaźniki.

Główne cechy przewodnictwa elektrycznego:

- duża prędkość
- wierność przekazu (bez zniekształcenia)
- działanie dwukierunkowe

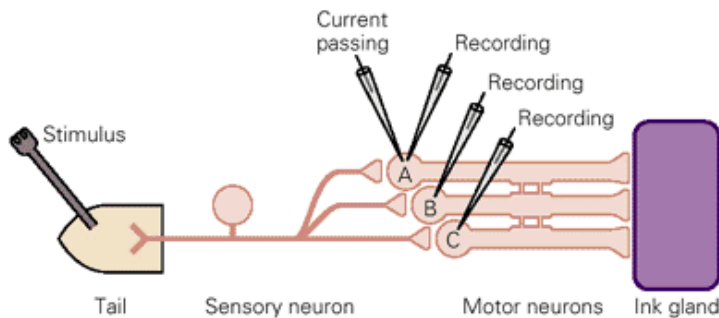
Zastosowanie:

- szybkie działanie (np. odruch ucieczki)
- synchroniczne działanie dużych grup neuronów
- komunikacja w komórkach glejowych

Synapsy elektryczne u Aplysji

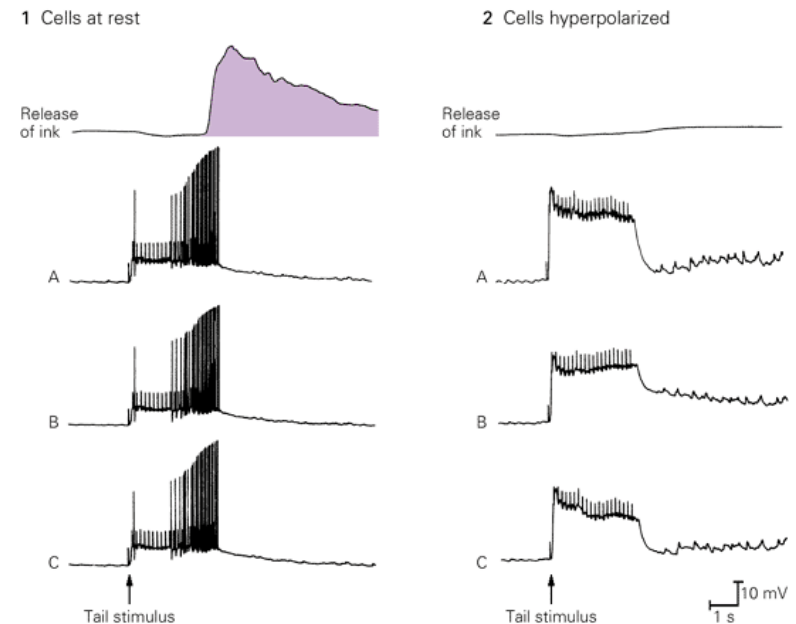


A Neural circuit of the inking response



E. Kandel z Aplysią

B Motor cell responses to tail stimulation



Stymulacja elektryczna ogona powoduje synchroniczne wyładowanie w trzech motoneuronach. 1. Gdy motoneurony znajdują się w spoczynku stymulacja wywołuje identyczną salwę potencjałów czynnościowych w trzech komórkach czego wynikiem jest wypuszczenie atramentu. 2. W stanie hiperpolaryzacji, odpowiedź obronna jest zablokowana.

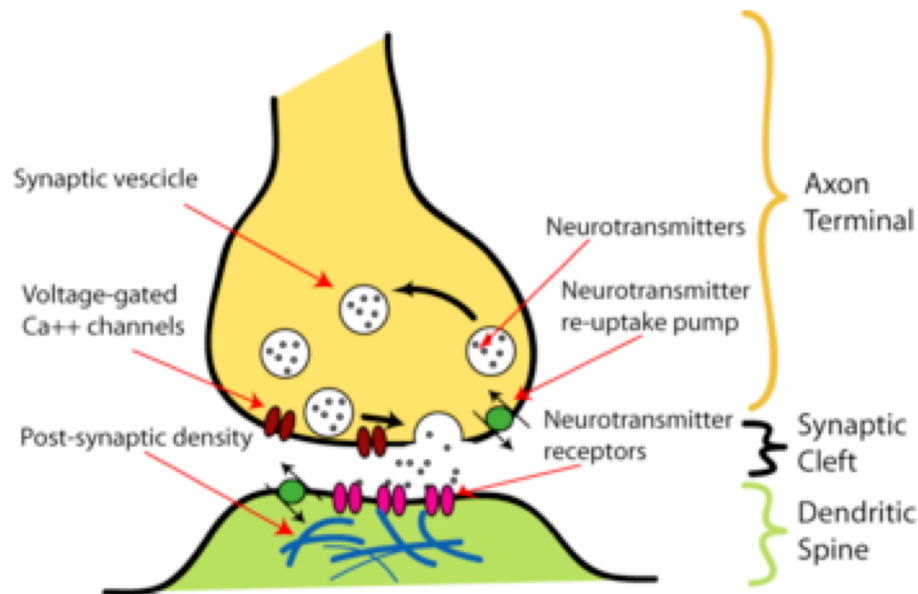
Synapsa chemiczna



W skrócie:

- Potencjał czynnościowy dochodzi do zakończenia aksonu.
- Uwolnienie neuroprzekaźnika do szczeliny synaptycznej.
- Powstanie potencjału postsynaptycznego w neuronie postsynaptycznym.

Synapsa chemiczna

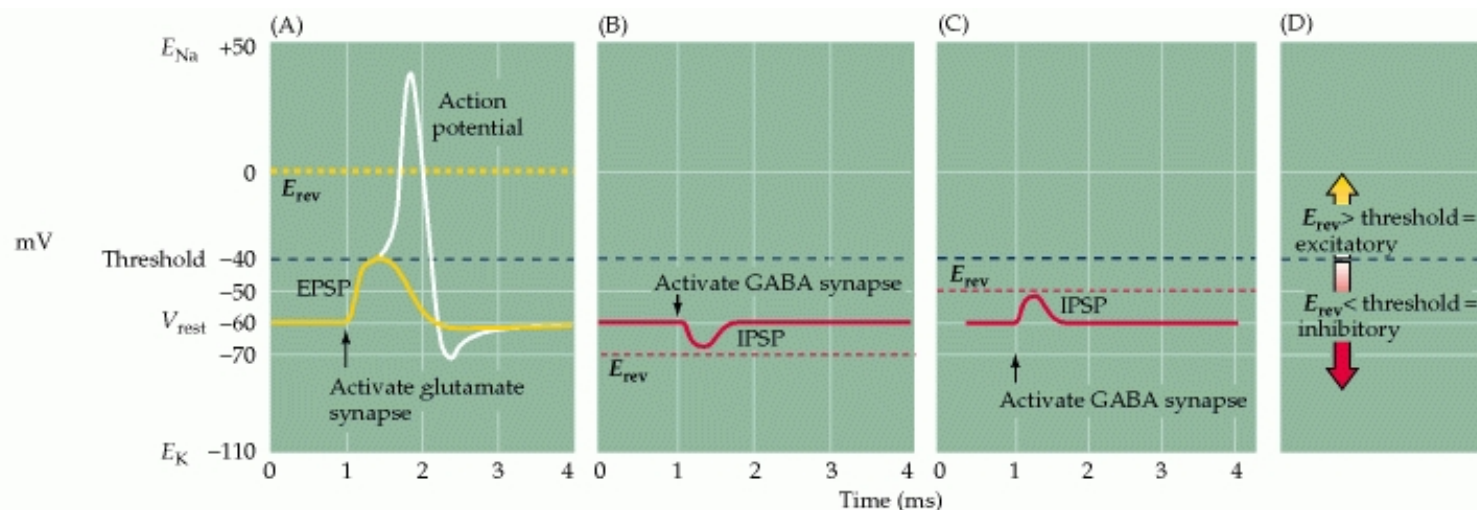


1. Depolaryzacja błony presynaptycznej.
2. Aktywacja napięciowo zależnych kanałów Ca²⁺
3. Fuzja błony pęcherzyka synaptycznego z błoną presynaptyczną
4. Uwalnianie neuroprzekaźnika (egzocytoza)
5. Dyfuzja neuroprzekaźnika do szczeliny synaptycznej
6. Przyłączenie neuroprzekaźnika do receptora i bramkowanie kanałów jonowych
7. Odnowa pęcherzyka synaptycznego – endocytoza
8. Inaktywacja neuroprzekaźnika (dyfuzja, wychwyty zwrotne, hydroliza)

Synapsy pobudzające i hamujące

W wyniku akcji synaptycznej powstaje potencjał postsynaptyczny (PSP) w neuronie postsynaptycznym. Potencjał ten jest pobudzający (**excitatory** or **EPSP**) jeśli zwiększa prawdopodobieństwo generacji potencjału czynnościowego oraz jest hamujący (**inhibitory** or **IPSPs**) jeśli zmniejsza prawdopodobieństwo generacji potencjału czynnościowego. Większość neuronów dostaje wejścia zarówno pobudzające, jak i hamujące.

Prąd synaptyczny jest postaci: $I_{\text{syn}} = g_{\text{syn}}(t)(V - V_{\text{syn}})$



(A) Pobudzający potencjał postsynaptyczny EPSP. (B) Hamujący potencjał postsynaptyczny IPSP. (C) IPSP może jednak depolaryzować komórkę jeżeli potencjał równowagowy dla danej synapsy jest pomiędzy potencjałem spoczynkowym i progiem potencjału czynnościowego.

Receptory jonotropowe i metabotropowe

Ionotropic		
Neurotransmitter	Receptor	Ion
Glutamate	AMPA	Na ⁺ /K ⁺ /Ca ²⁺ (some)
	Kainate	Na ⁺ /K ⁺ /Ca ²⁺ (some)
	NMDA	Na ⁺ /K ⁺ /Ca ²⁺
Acetylcholine (ACh)	nicotinic	Na ⁺ /K ⁺ /Ca ²⁺ (some)
Serotonin (5-HT)	5-HT ₃	Na ⁺ /K ⁻
ATP	Purine P1	Na ⁺ /K ⁺
γ-aminobutyric acid (GABA)	A	Cl ⁻
Glycine		Cl ⁻

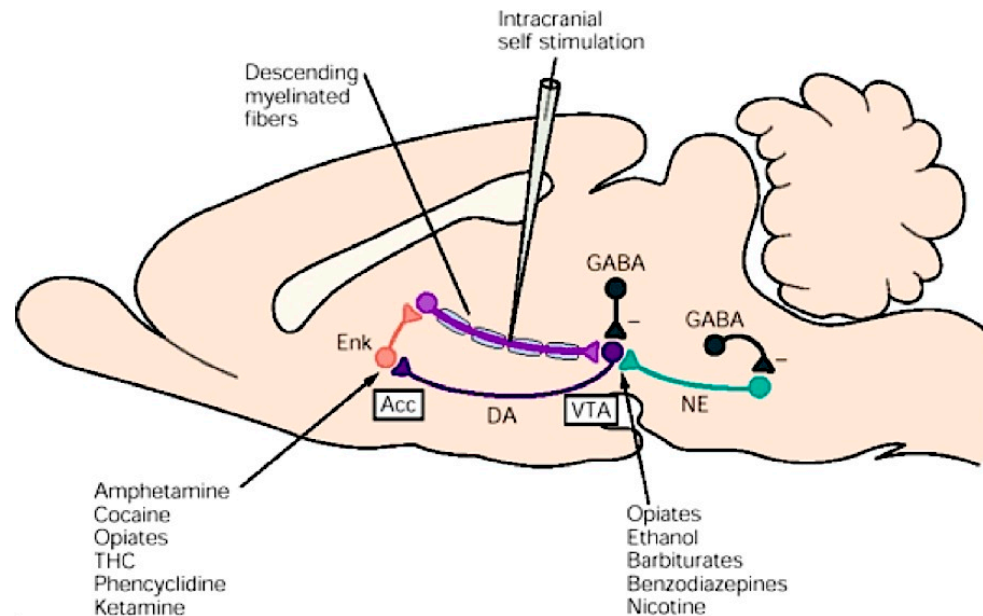
Receptory jonotropowe powodują szybką i krótkotrwałą odpowiedź synaptyczną. Występują w obwodach kontrolujących szybkie zachowania.

Receptory metabotropowe dają odpowiedź wolniejszą i dłuższą. Modułują zachowanie zmieniając pobudliwość neuronów i siłę połączenia synaptycznego.

Metabotropic		
Neurotransmitter	Receptor	Ion
Glutamate	Quisqualate	G-coupled ↓ K ⁺
ACh	muscarinic (M1-5)	G-coupled ↓ K ⁺ (M-current), ↓ K ⁺ (AHP) ↑ K ⁺ (Inward rectifier) ↓ Cl ⁻ ↓ Ca ²⁺ (N & L), ↑ Ca ²⁺ (T)
		G-coupled ↑ K ⁺ , ↓ Ca ²⁺ (N)
GABA	B	G-coupled ↑ K ⁺ , ↓ Ca ²⁺ (N)
Norepinephrine (NE) (α, β)	β α α ₂	G-coupled ↓ K ⁺ (AHP), ↑ Ca ²⁺ (L & N) ↓ Ca ²⁺ (N) ↑ K ⁺
		G-coupled ↓ K ⁺ (AHP)
		G-coupled ↓ K ⁺ (M-current) ↓ K ⁻ ↑ K ⁺
Dopamine (DA)	(D ₁ , D ₂ , ...)	G-coupled ↓ K ⁺ (AHP)
5-HT	5-HT ₂ 5-HT _{1A}	G-coupled ↓ K ⁺ (M-current) ↓ K ⁻ ↑ K ⁺
		G-coupled ↓ K ⁺ (AHP)
Histamine	(H ₁ , ...)	G-coupled ↓ K ⁺ (AHP)
Adenosine	(A ₁ , ...)	G-coupled ↑ K ⁺ , ↓ Ca ²⁺
Opioids (μ, δ, κ)	μ μ κ	G-coupled ↑ K ⁻ (inward rectifier) ↑ K ⁺ (voltage-dependent) ↓ Ca ²⁺
		G-coupled ↓ K ⁺ (M-current)
		G-coupled ↓ K ⁺ (M-current), ↓ K ⁻ (AHP)
Substance P		G-coupled ↓ K ⁺ (M-current)
Somatostatin		G-coupled ↑ K ⁻ (M-current)
Bradykinin		G-coupled ↓ K ⁺ (M-current), ↓ K ⁻ (AHP)
VIP		G-coupled
Cholecystokinin		G-coupled
NPY		G-coupled ↓ Ca ²⁺ (N)
Neurotensin		G-coupled
TRH		G-coupled
Vasopressin		G-coupled
Oxytocin		G-coupled
CRF		G-coupled
LHRH		G-coupled ↓ K ⁺ (M-current)

Dopamina i układ nagrody

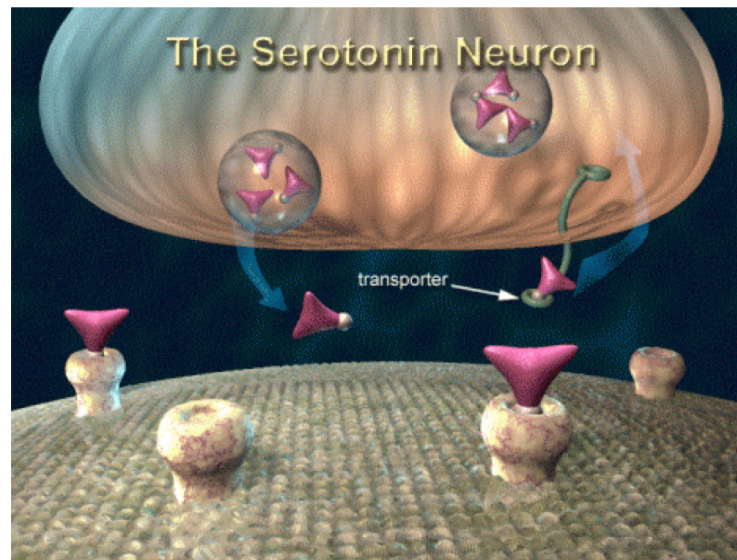
Leki, narkotyki, choroby i substancje toksyczne mogą wybiórczo wpływać na neuroprzekaznictwo. Wiele substancji uzależniających zwiększa poziom dopaminy w mózgu poprzez blokadę wychwytu zwrotnego dopaminy (kokaina, amfetamina), zwiększenie wydzielania dopaminy (nikotyna) lub hamowanie neuronów GABA-ergicznych, które normalnie hamują neurony dopaminergiczne (heroina).



Układ nagrody u szczura, z miejscami działania różnych substancji psychoaktywnych. Układ nagrody wpływa na poziom motywacji poprzez nagradzanie organizmu za zachowania niezbędne do dobrego funkcjonowania i przeżycia. Jest aktywowany w sytuacji zaspokajania popędów oraz innych niepopędowych czynności; wszystko, co wydaje się być przyjemne spowodowane jest wzrostem wydzielania dopaminy w ciele półleżącym (ACC) przez włókna biegnące z pola brzusznej nakrywki (VTA).

Serotonina - „cząsteczka szczęścia”

Leki stosowane w psychiatrii wyrównują niedobór lub nadmiar naturalnych neuroprzekaźników. Odbywa się to np. poprzez blokowanie wychwyty zwrotnego (np. serotoniny 5-HT) przez leki antydepresyjne (Prozac, Paxil, Zoloft). Serotonina reguluje cykl snu i czuwania, wpływa na potrzeby seksualne (niski poziom 5-HT zwiększa libido), reguluje apetyt (niski poziom powoduje silną potrzebę spożywania węglowodanów, wysoki - daje uczucie sytości) i zachowania impulsywne (wysoki poziom stabilizuje nastrój i hamuje agresję, niski powoduje zachowania impulsywne). Niektóre narkotyki naśladują 5-HT (LSD) lub zwiększają jej stężenie (MDMA (ecstasy)).



Działanie leków antydepresyjnych polega na blokadzie transporterów wychwyty zwrotnego serotoniny, co zwiększa jej stężenie w szczeliny synaptycznej.

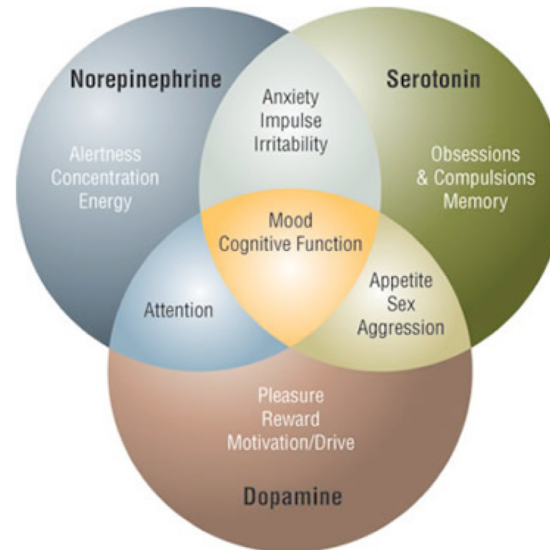
Współdziałanie sieci neuroprzekaźników

W stanie zakochania:

- wysoki poziom dopaminy
- wysoki poziom norepinefryny
- niski poziom serotoniny

efekty:

- zwiększony poziom testosteronu (u kobiet i u mężczyzn)



Leki antydepresyjne typu SSRI:

- zwiększają poziom serotoniny
- obniżają poziom dopaminy
- obniżają poziom norepinefryny

efekty:

- obniżenie libido
- obniżenie kompulsywnego myślenia (istotny składnik zakochania)
- ogólne spływanie emocji

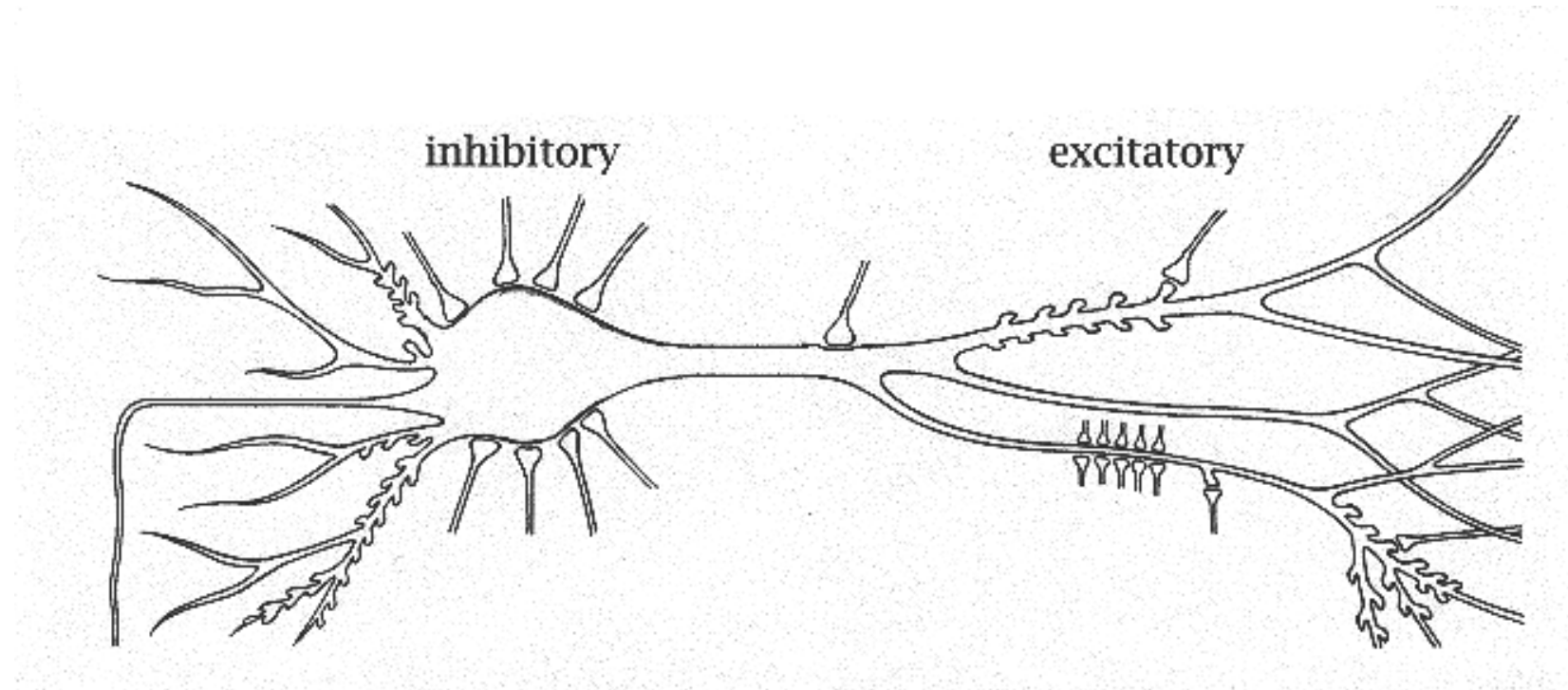
Wniosek: leki antydepresyjne zwiększające poziom serotoniny hamują depresję, lecz jednocześnie mogą hamować ewolucyjne mechanizmy doboru partnera i tworzenia więzi.

Do Sexual Side Effects of Most Antidepressants Jeopardize Romantic Love and Marriage?, Helen E. Fisher, PhD

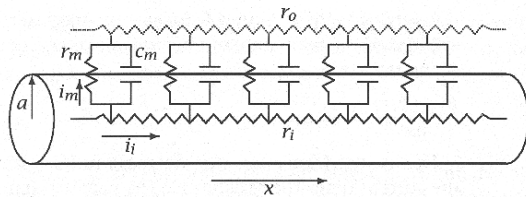
www.medscape.org/viewarticle/482059

H. Fisher, Anatomia miłości - nowe spojrzenie, Rebis, 2017

Integracja wejść synaptycznych w neuronie



Sumowanie przestrzenne i czasowe potencjałów postsynaptycznych

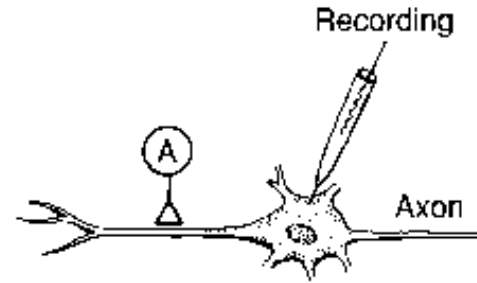


r_i – oporność osiowa (Ω/cm)
 r_m – oporność błony (Ωcm)
 c_m – pojemność błony (F/cm)

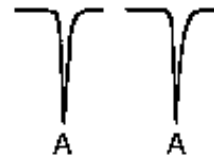
$$\tau_m = r_m c_m \text{ - stała czasowa}$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{r_m}{r_i}} \text{ - stała przestrzenna (długości)}$$

A Temporal summation

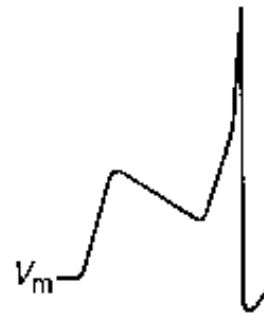


Synaptic current

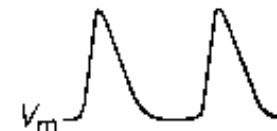


Synaptic potential

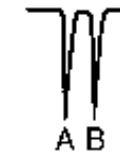
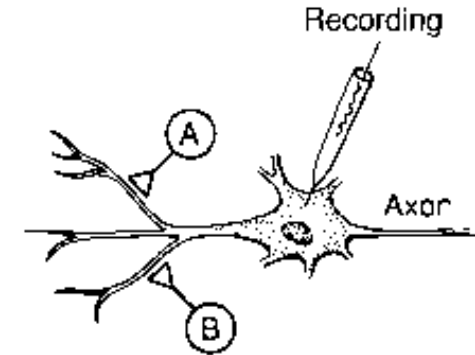
Long time constant (100 msec)



Short time constant (20 msec)

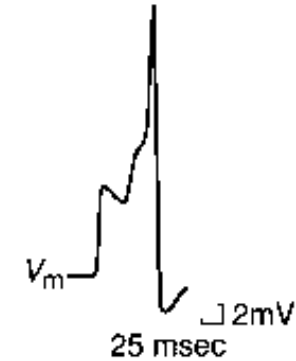


B Spatial summation



$12 \times 10^{-11} \text{ s}$

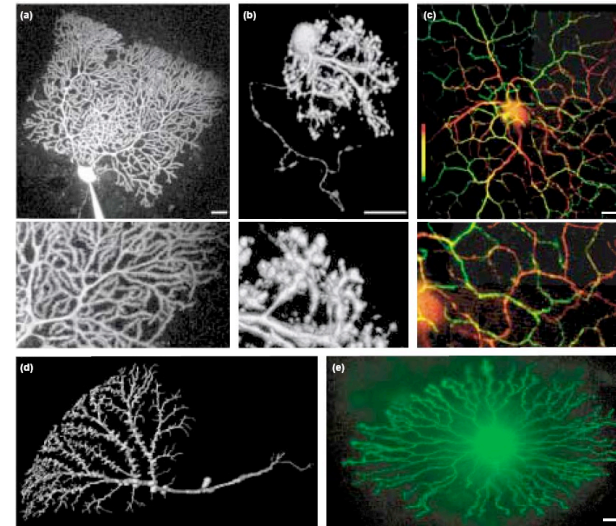
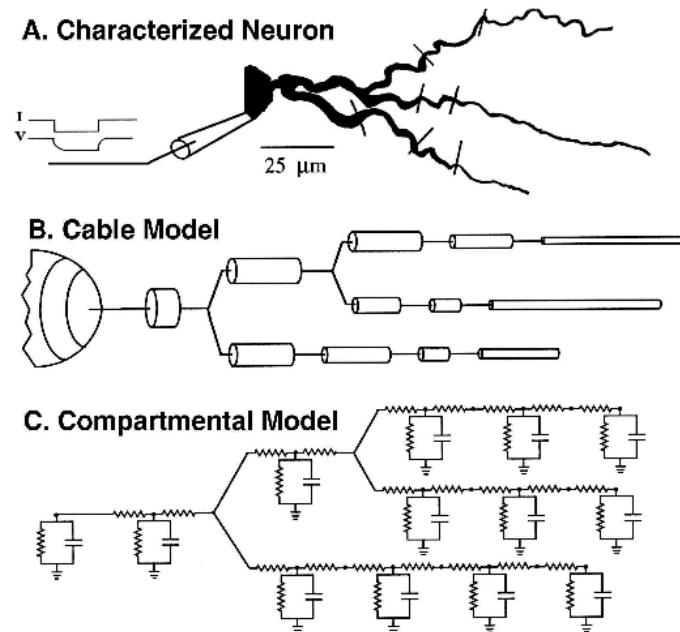
Long length constant (1 mm)



Short length constant (0.1 mm)



Modele kablowe i kompartmentowe drzew dendrytycznych



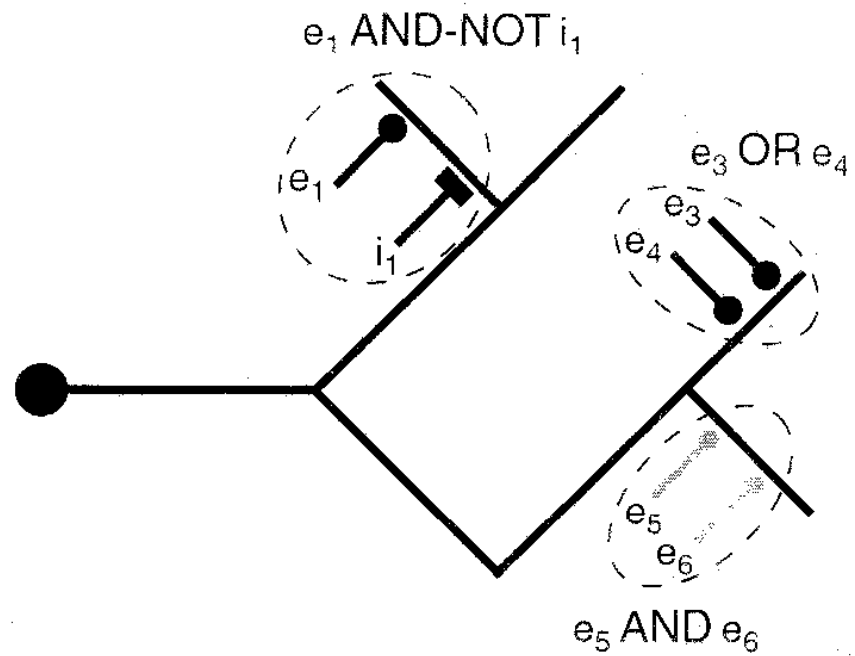
Drzewa dendrytyczne (a, b, c) i ich modele komputerowe (d, e).

Dendryty mogą być modelowane albo jako zbiór walcowatych kabli (B) albo jako zbiór dyskretnych izopotencjalnych przedziałów (kompartamentów) RC (C).

B. W reprezentacji kablowej, napięcie w dowolnym miejscu drzewa jest obliczane za pomocą ciągłego równania kablowego i odpowiednich warunków brzegowych. Rozwiązanie analityczne na rozkład potencjału w pasywnym drzewie dendrytycznym może być znalezione dla dowolnego wejścia prądowego, gdy znane są własności błony wewnątrzkomórkowy opór właściwy (R_A), oraz opór i pojemność właściwa błony (R_M, C_M).

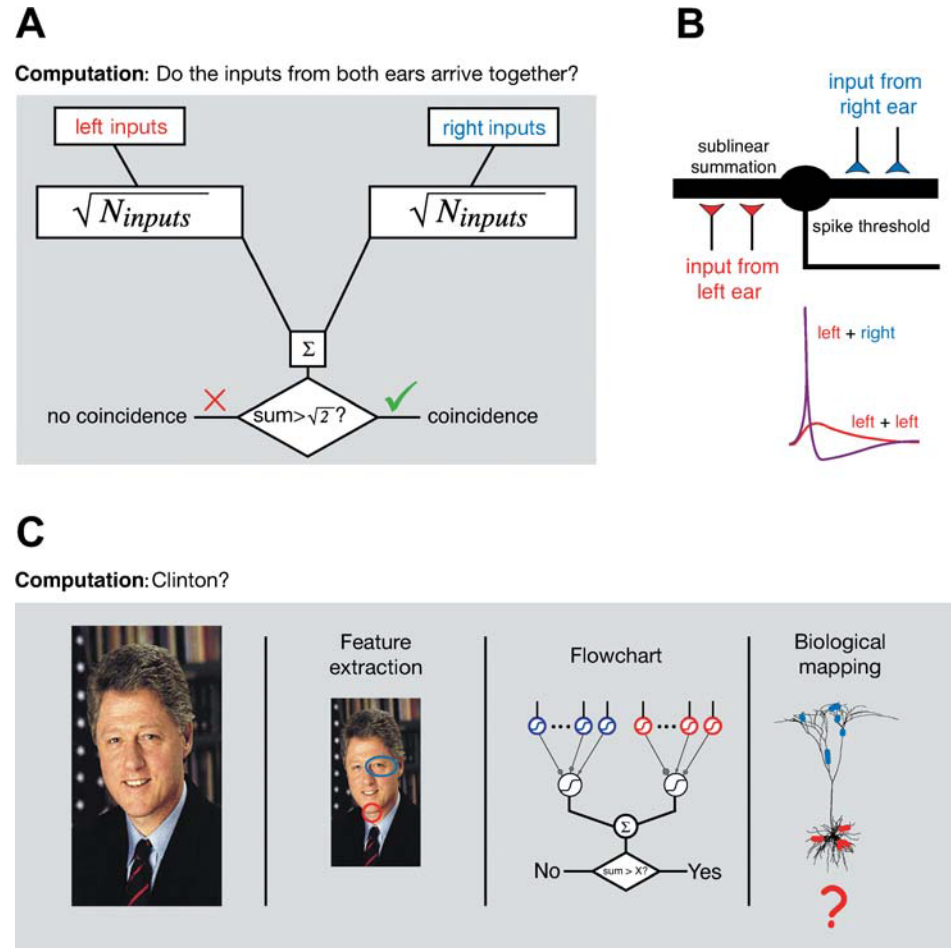
C. W reprezentacji kompartmentowej, drzewo dendrytyczne jest dyskretyzowane na połączone ze sobą przedziały RC. Każdy z nich odpowiada małemu kawałkowi dendrytu. Przedziały są ze sobą połączone poprzez wewnątrzkomórkowe opory. W reprezentacji tej, napięcie może być obliczone dla każdego przedziału dla dowolnego (nie)liniowego wejścia i dowolnych napięciowo i czasowo zależnych własności błony (a nie tylko błony pasywnej).

Procesy w dendrytach - operacje logiczne



Własności dendrytów umożliwiają wykonywanie operacji logicznych. Z *Idan Segev and Michael London Dendritic Processing*. Rozdział w M. Arbib (edytor). *The Handbook of Brain Theory and Neural Networks*. THE MIT PRESS Cambridge, Massachusetts London, England, 2002

Procesy w dendrytach - operacje logiczne



A, B - koincydencja wejść – przykład operacji AND.

C – mapowanie wejść z siatkówki oka na podjednostki dendrytów w komórce w korze wzrokowej może być odpowiedzialne za wyodrębnianie cech i np. rozpoznawanie twarzy. Odpowiednie klastry synaps pobudzających są w stanie wygenerować odpowiedź komórki w odróżnieniu od sytuacji gdy klastry się nie tworzą.

Z: Michael London and Michael Hausser. Dendritic Computation. Annu. Rev. Neurosci.2005. 28:503–32

Pięć zmysłów

the five senses...



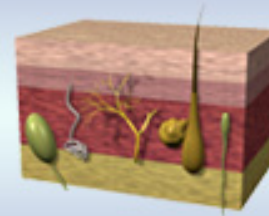
sight



sound



taste



touch



smell

www.mediaspin.com

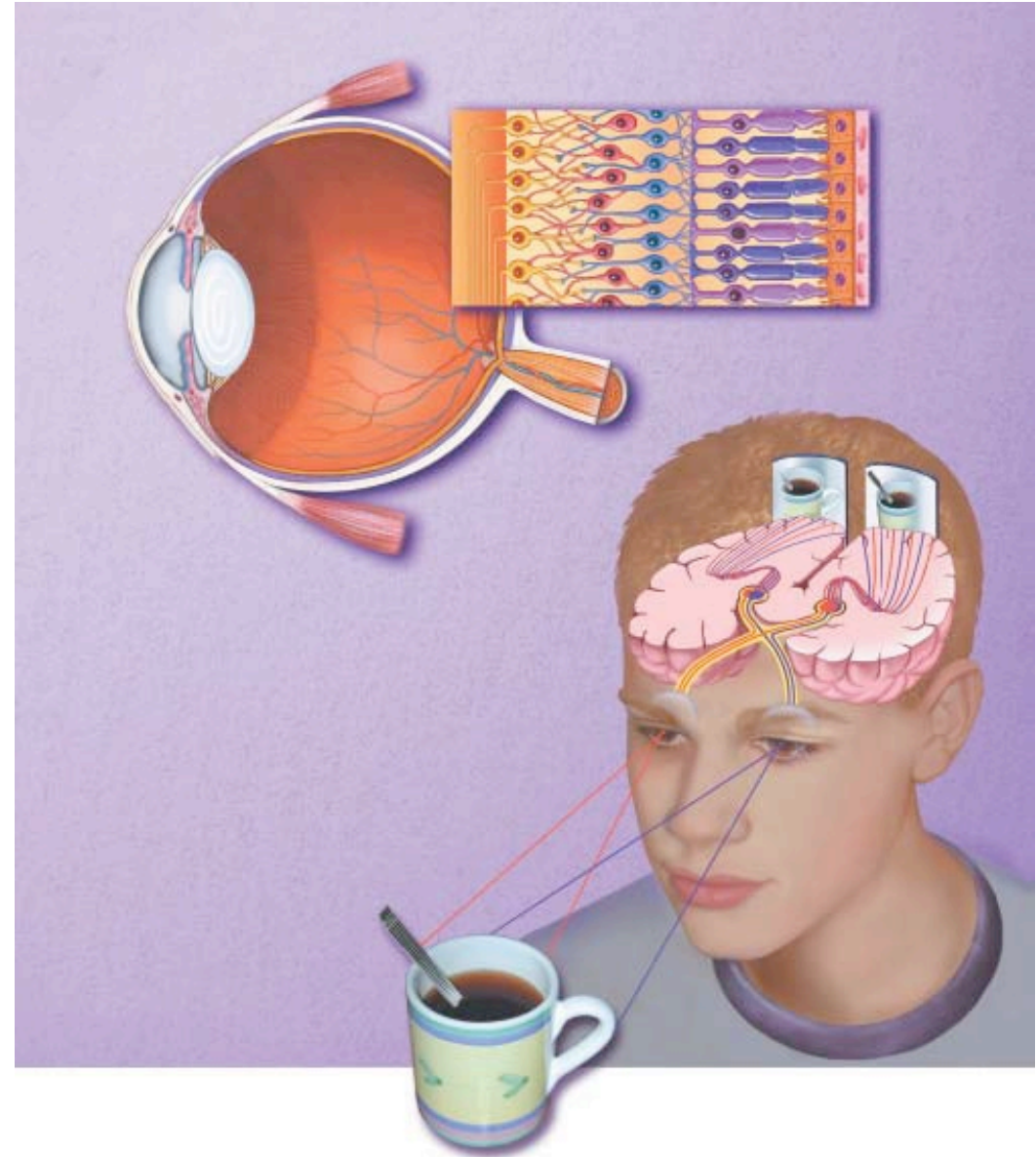
Modalności sensoryczne u człowieka

Sensory modality	Form of energy	Receptor organ	Receptor cell
Chemical			
common chemical	molecules	various	free nerve endings
arterial oxygen	O ₂ tension	carotid body	cells and nerve endings
toxins (vomiting)	molecules	medulla	chemoreceptor cells
osmotic pressure	osmotic pressure	hypothalamus	osmoreceptors
glucose	glucose	hypothalamus	glucoreceptors
pH (cerebrospinal fluid)	ions	medulla	ventricle cells
Taste	ions and molecules	tongue and pharynx	taste bud cells
Smell	molecules	nose	olfactory receptors
Somatosensory			
touch	mechanical	skin	nerve terminals
pressure	mechanical	skin and deep tissue	encapsulated nerve endings
heat and cold	temperature	skin, hypothalamus	nerve terminals and central neurons
pain	various	skin and various organs	nerve terminals
Muscle			
vascular pressure	mechanical	blood vessels	nerve terminals
muscle stretch	mechanical	muscle spindle	nerve terminals
muscle tension	mechanical	tendon organs	nerve terminals
joint position	mechanical	joint capsule and ligaments	nerve terminals
Balance			
linear acceleration (gravity)	mechanical	vestibular organ	hair cells
angular acceleration	mechanical	vestibular organ	hair cells
Hearing	mechanical	inner ear (cochlea)	hair cells
Vision	electromagnetic (photons)	eye (retina)	photoreceptors

Od receptorów do percepcji

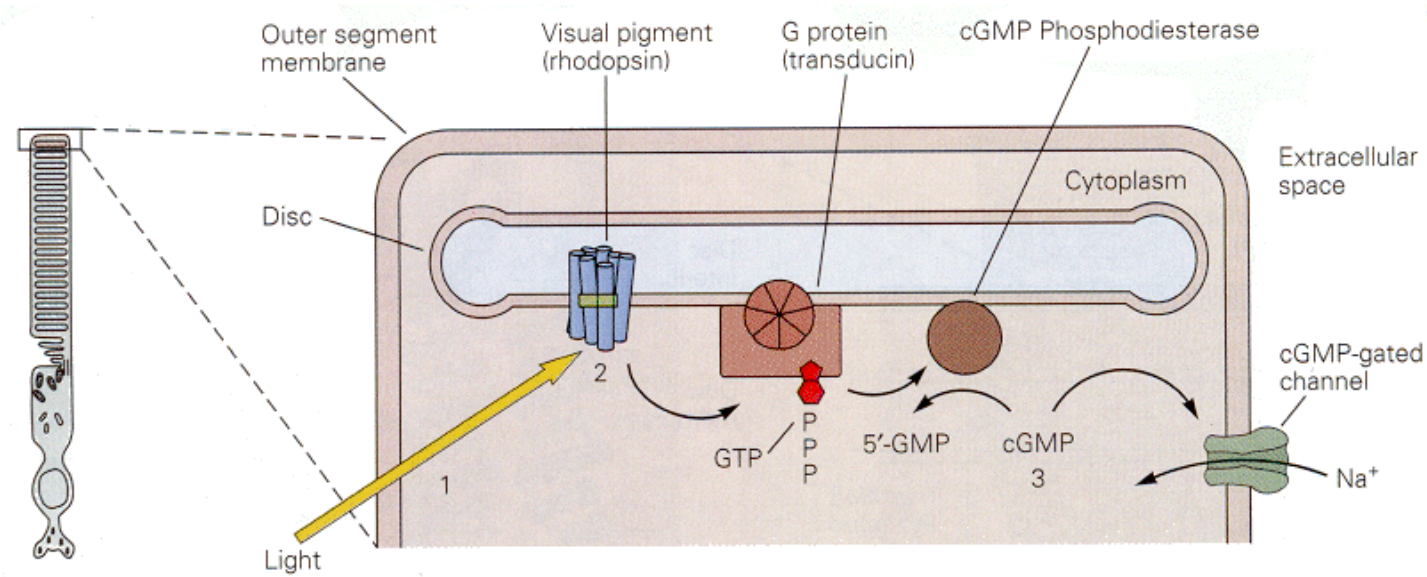
Procesowanie informacji sensorycznej

- I. Receptory
- II. Obwody i trakty sensoryczne
- III. Percepcja



Transdukcja bodźca

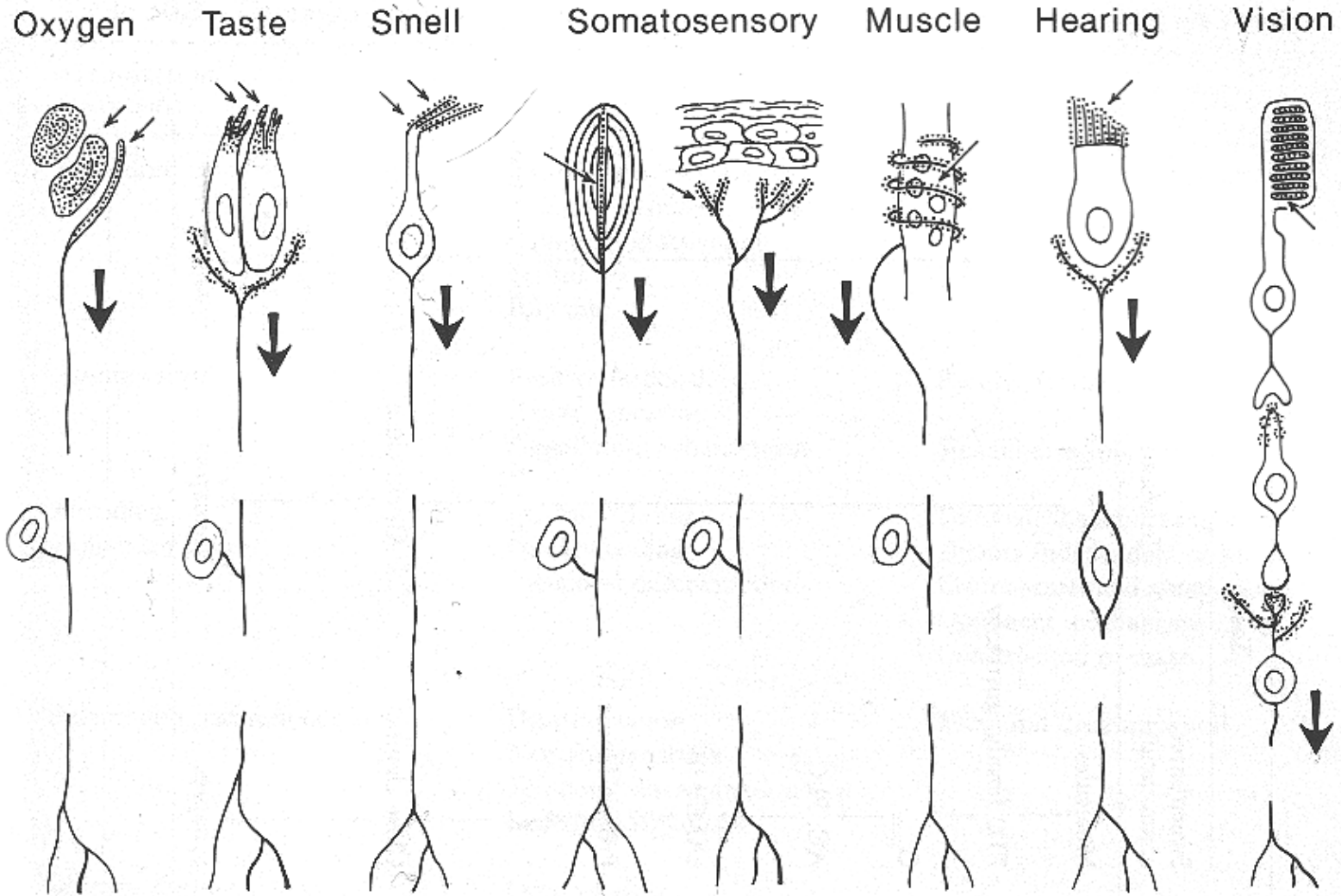
Transdukcja w narządach zmysłów jest to proces zamiany fizycznej/mechanicznej energii bodźca na zmianę potencjału elektrycznego na błonie komórki nerwowej. Komórki, w których to się odbywa, nazywa się receptorami.

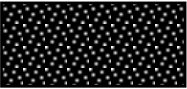


Np. transdukcja w czopkach i pręcikach w siatkówce oka odbywa się trójstopniowo:

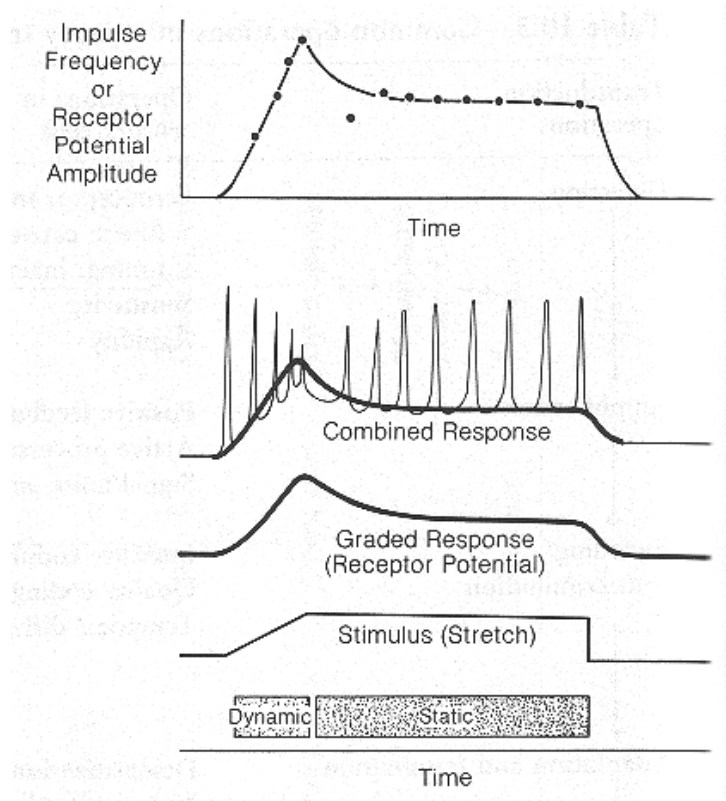
- Aktywacja barwnika wzrokowego (fotopigmentu) poprzez światło.
- Aktywne cząsteczki fotopigmentu aktywują fosfodiesterazę (PDE), która zmniejsza koncentrację cyklicznego nukleotydu (cGMP).
- Zmniejszenie stężenia cGMP powoduje zamknięcie kanałów kationowych, normalnie utrzymywanych przez cGMP w stanie otwartym.

Receptory

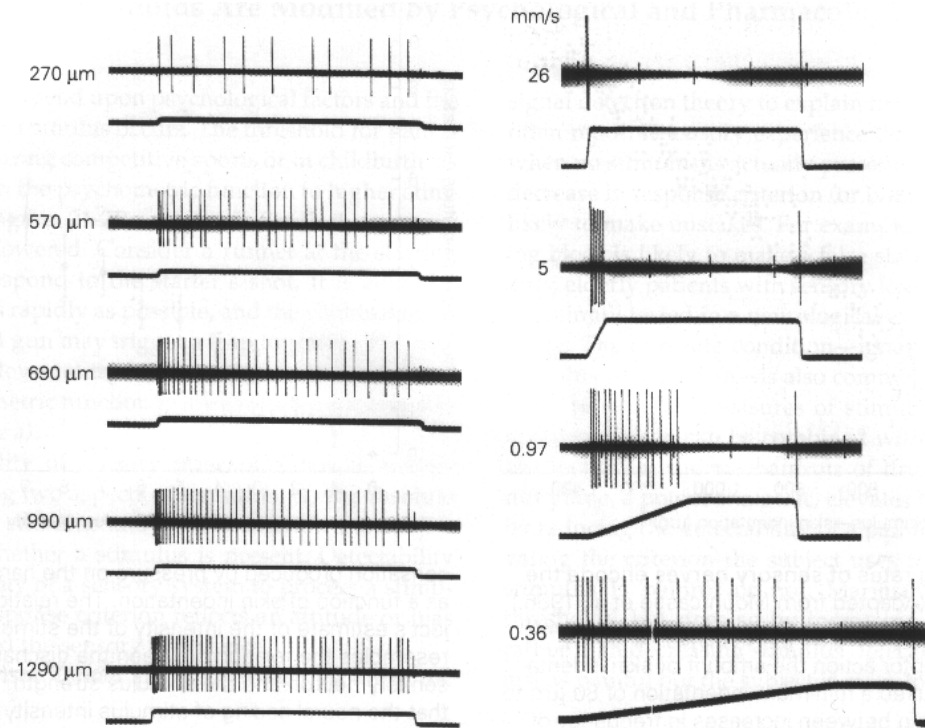


→ bodziec
 
 miejsce transdukcji lub transmisji synaptycznej
 → miejsce powstawania impulsu

Kodowanie bodźca w receptorach



Potencjał receptorowy i częstość odpowiedzi receptora wykazują (prawie) idealną korelację.



Kodowanie intensywności stymulacji w czasie w neuronach czuciowych. Zapisy z lewej: największa odpowiedź pojawia się w w fazie narastania bodźca. W fazie statycznej odpowiedź maleje. Jest to proces adaptacji. Receptory przekazujące powolne i długotrwałe zmiany adaptują się wolno. Zapisy z prawej: receptory o szybkiej adaptacji odpowiadają tylko na początku i na końcu stymulacji.

Intensywność
bodźca

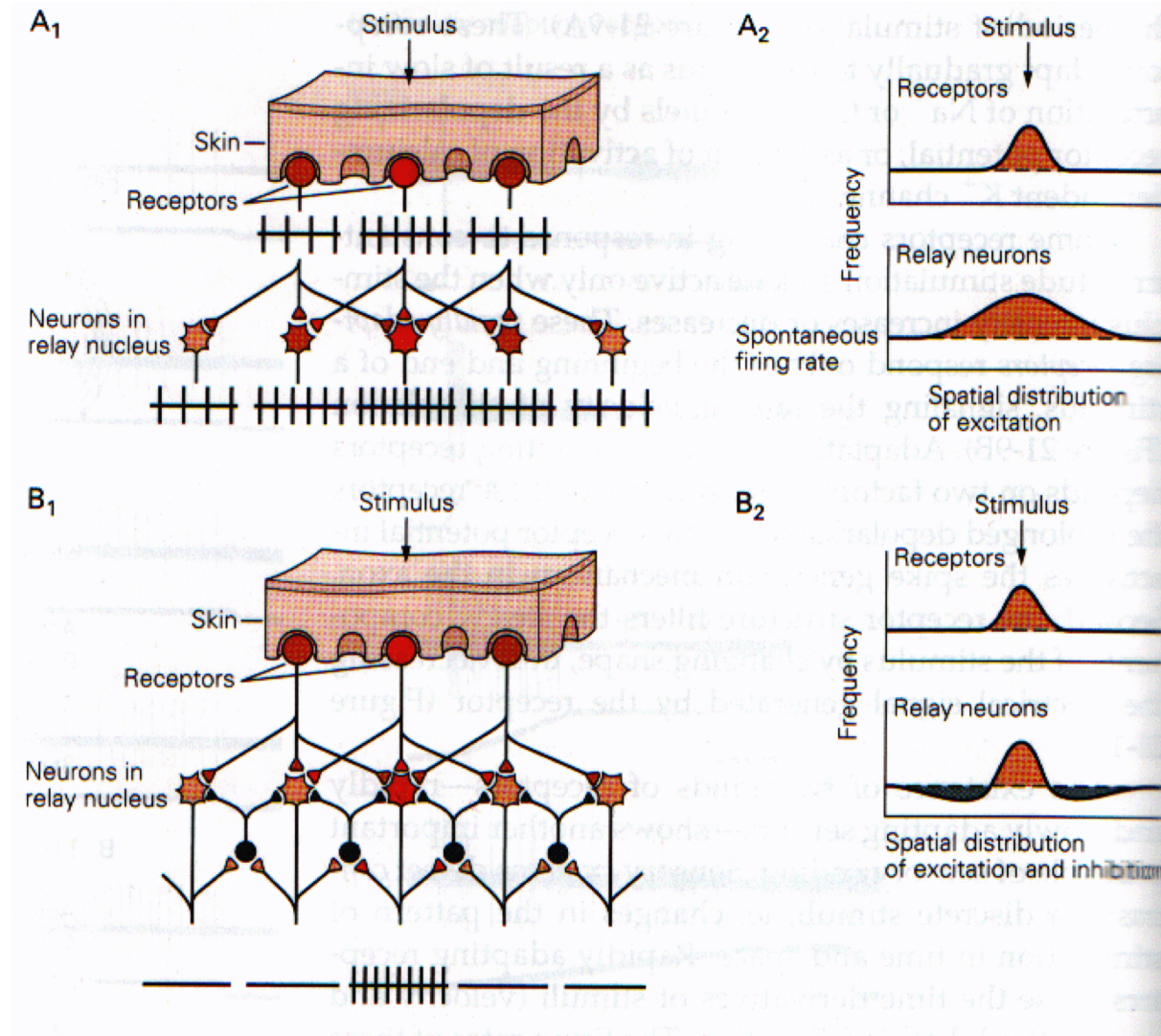


Częstotliwość
odpowiedzi

Hierarchiczne procesowanie informacji

Podstawowe zasady:

- I. Dywergencja
- II. Konwergencja
- III. Równoległość
- IV. Sprzężenie zwrotne (feedback)



Percepcja

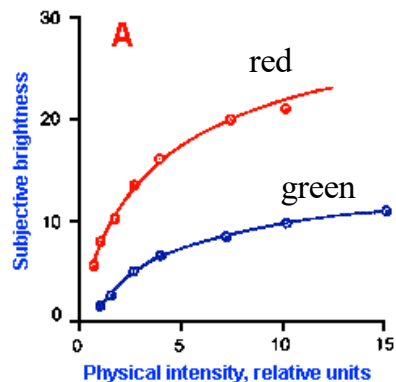
Detekcja bodźca (zachowanie progowe)

Modalność	Próg
Wzrok	Intensywność: 1 foton (energia: $3 \times 10^{-19} \text{J}$; energia spadającego jabłka: 1J) Długość fali: 400 nanometrów
Słuch	Odkształcenie błony bębenkowej: 10^{-9} cm (1/10 średnicy atomu wodoru)
Węch	Eter etylowy: 5.83 mg/litr powietrza Pizmo syntetyczne: 0.00004 mg/litr powietrza
Smak	Sacharoza (słodki): 7g/litr NaCl (słony): 2 g/liter Siarczan chininy (gorzki): 0.00015 g/liter
Czucie	Nacisk (wierzch dłoni): 12 g/mm^2 Ból (wierzch dłoni): 100 g/mm^2

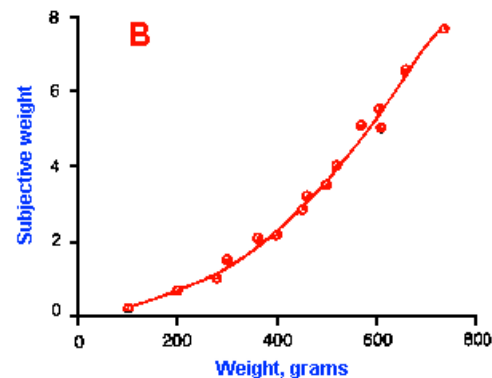
Percepcja siły bodzca

- W większości zmysłów, (wzrok, słuch) zależność pomiędzy siłą stymulacji a percepcją siły bodzca jest logarytmiczna, co zwiększa zakres możliwej stymulacji.
- Dla niektórych zmysłów (np., temperatury) zależność jest opisana funkcją potęgowa. Zakres stymulacji jest mniejszy, ale wartości ekstremalne są odczywane silniej.

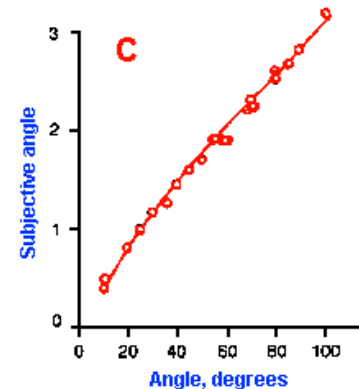
Brightness of light



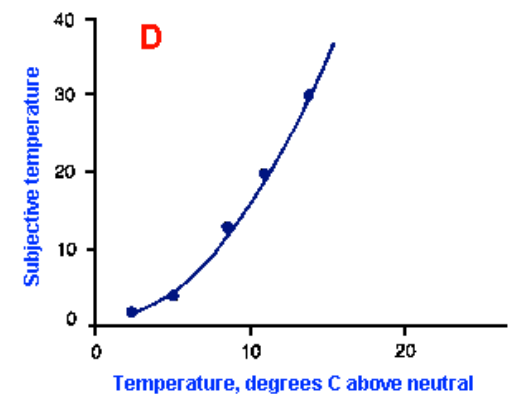
Lifted weight



Angle between two surfaces felt with hands



Warmth

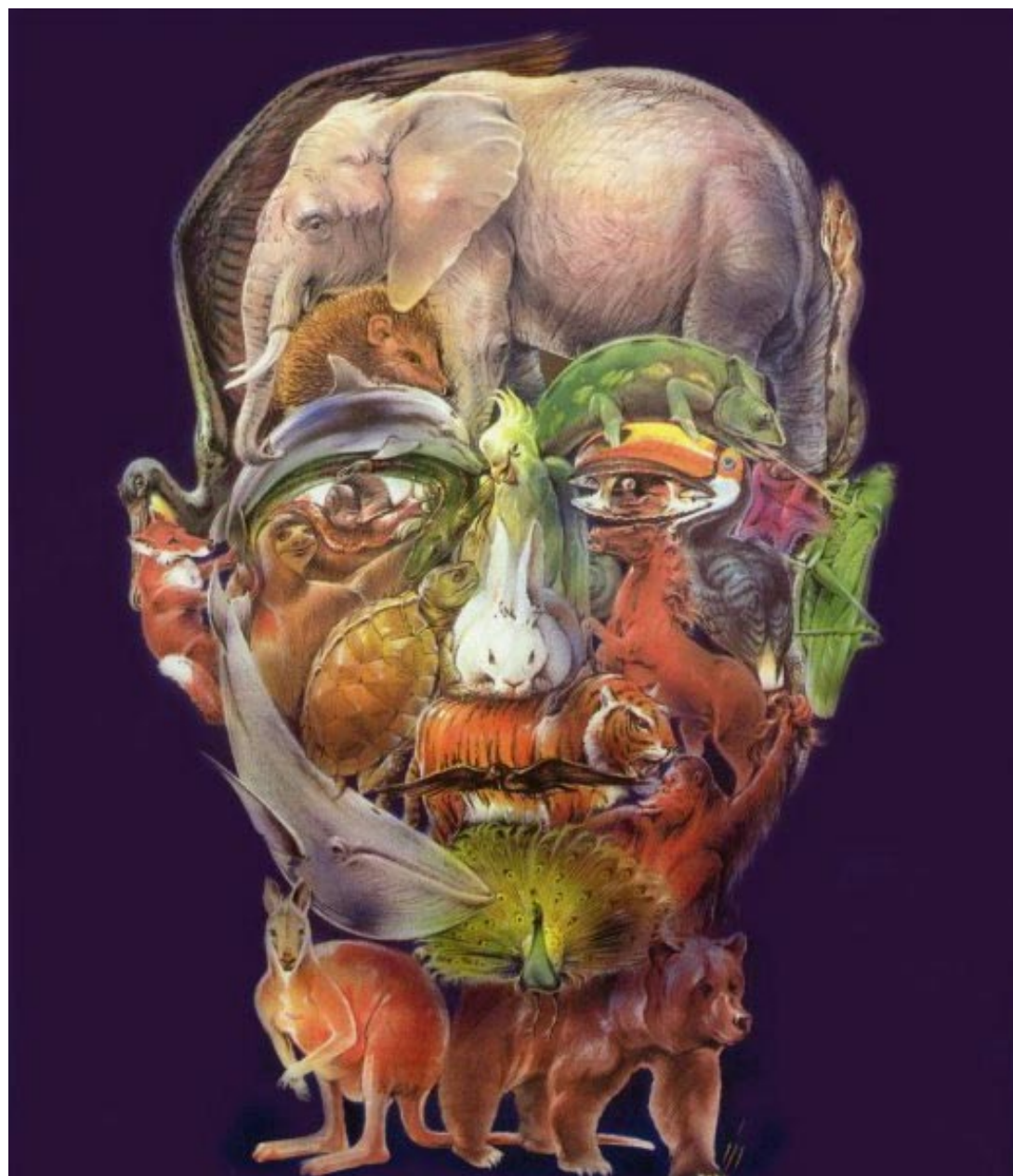


Zasady percepcji

Zasady percepcji zostały zbadane i opisane w ramach **teorii Gestalt** (*niem.* całość): Wg. tej teorii wpierw postrzegamy świat całościowo, zanim zaczynamy rozpoznawać poszczególne części, co sugeruje, że całość jest czymś więcej niż sumą elementów składowych.

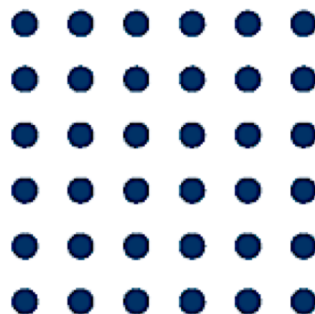
- Percepcja zależy nie tylko od własności elementów bodźca, ale także od relacji pomiędzy elementami (postrzegamy relacje, nie składowe).
- Mózg tworzy pewne założenia dotyczące tego, co jest doświadczane. Są one tworzone częściowo na podstawie doświadczeń, a częściowo w oparciu o wbudowane połączenia neuronalne.
- Percepcja nie jest tworzeniem obiektywnego obrazu świata dookoła nas, lecz jest twórczym aktem naszego umysłu.

Rozpoznawanie wzorców I

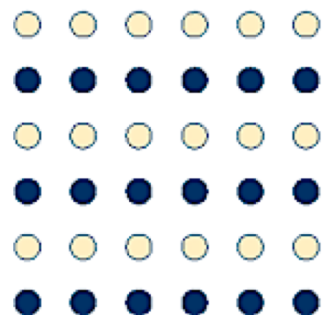
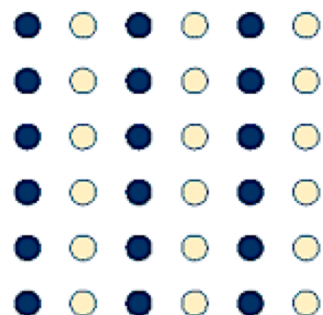


Rozpoznawanie wzorców II

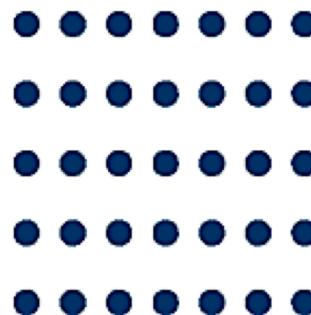
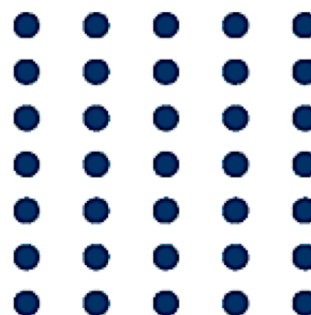
A Ambiguous pattern



B Similarity



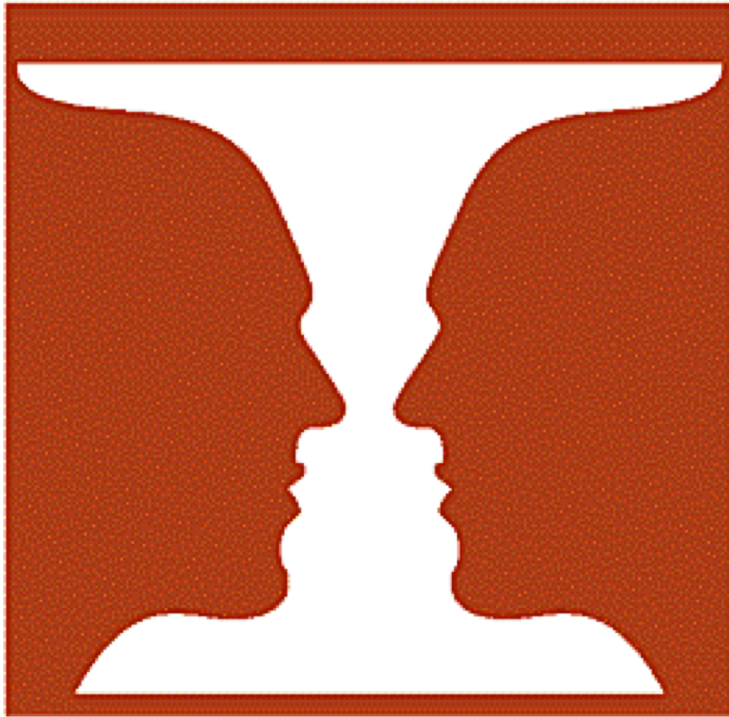
C Proximity



Macierz identycznych kropek na rys. A nie jest jednoznaczna i może być postrzegana jako kolumny lub wiersze. Na Rys. B i C kropki tworzą jednoznaczne wzorce dzięki dodatkowym relacjom pomiędzy nimi; B – kolor, C – odległość,

Rozpoznawanie obiekt-tło

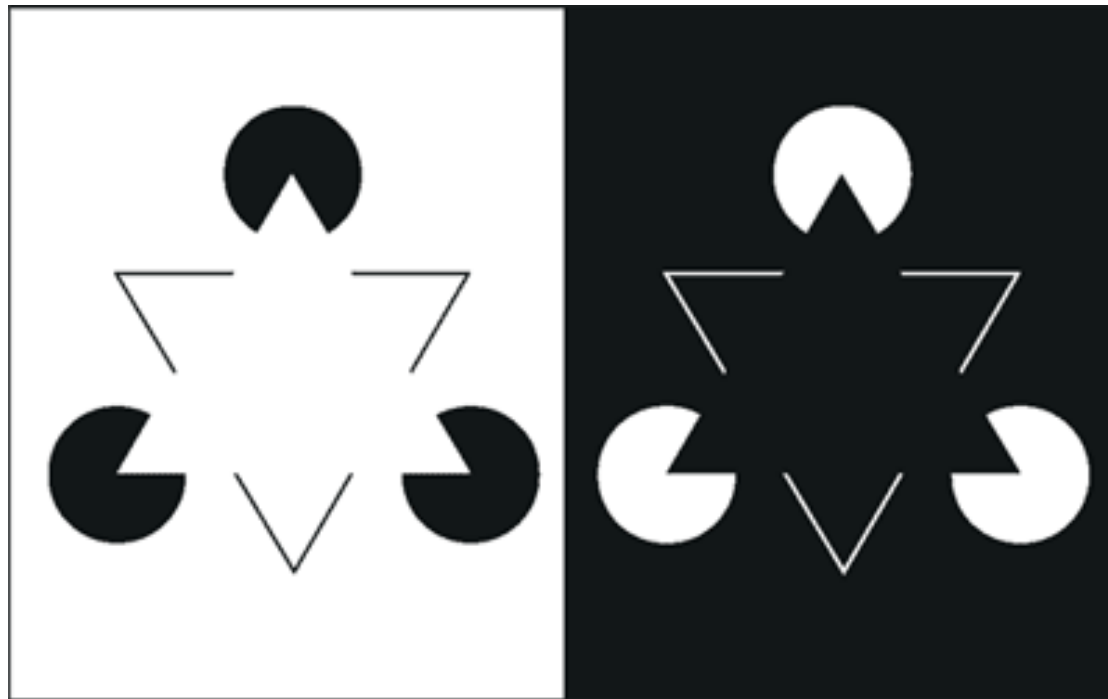
Wśród elementów obrazu mózg rozpoznaje obiekt i zakłada, że pozostałe elementy tworzą tło. Proces ten może przebiegać dynamicznie.



W obrazach bistabilnych, gdy skupiamy się na jednym wzorcu, pozostała część obrazu jest uznawana za tło. Percepcja zmienia się co ok 2-3 sek. pomiędzy dwiema możliwymi interpretacjami. Strona lewa: wazon Rubina, strona prawa: grafika Eshera.

Wypełnianie

Mózg potrafi interpolować kształty na podstawie informacji i wzorów, jakie prezentują elementy sąsiednie. W ten sposób uzupełnia informacje, których nie ma w wejściu sensorycznym.



W złudzeniu optycznym nazywanym trójkątem Kanizsa, trójkąt jest postrzegany w centrum rysunku, mimo że kontur trójkąta nie istnieje na rysunku lecz jest uzupełniany na podstawie informacji z innych elementów obrazka. Biały trójkąt powstaje z białego tła, a czarny z czarnego. Ponadto, nieistniejący biały/czarny trójkąt wydaje się jaśniejszy/ciemniejszy niż otaczający go obszar, ale w rzeczywistości ma tę samą jasność tła.

Odniesienie do otoczenia

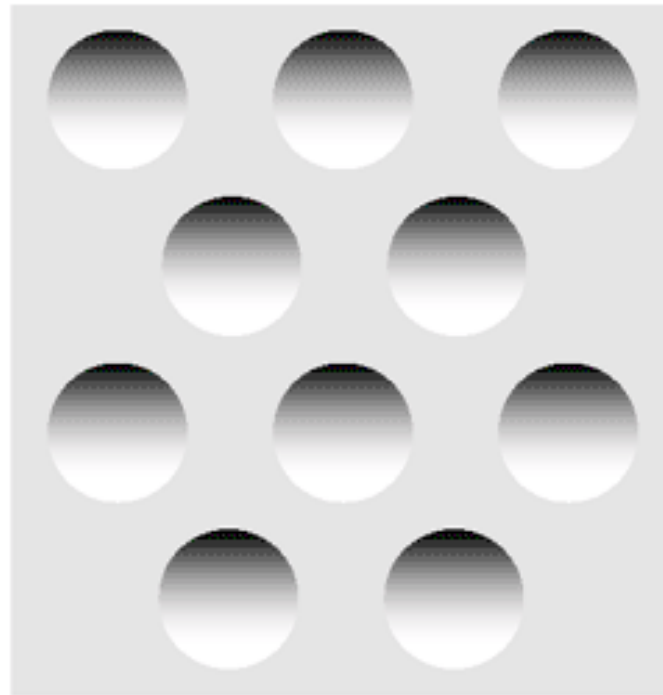
Mózg wykorzystuje przestrzenne relacje pomiędzy obiektami w celu interpretacji obrazu, np. porównuje obiekt do jego otoczeniu w celu określenia jego rozmiaru.



Strona lewa: Rozmiary obu kobiet wydają się być podobne. Strona prawa: Kobieta z oddali wydaje się być mniejsza, ponieważ zmieniły się jej proporcje w stosunku do korytarza i płytek podłogowych.

Wnioskowanie w oparciu o wiedzę I

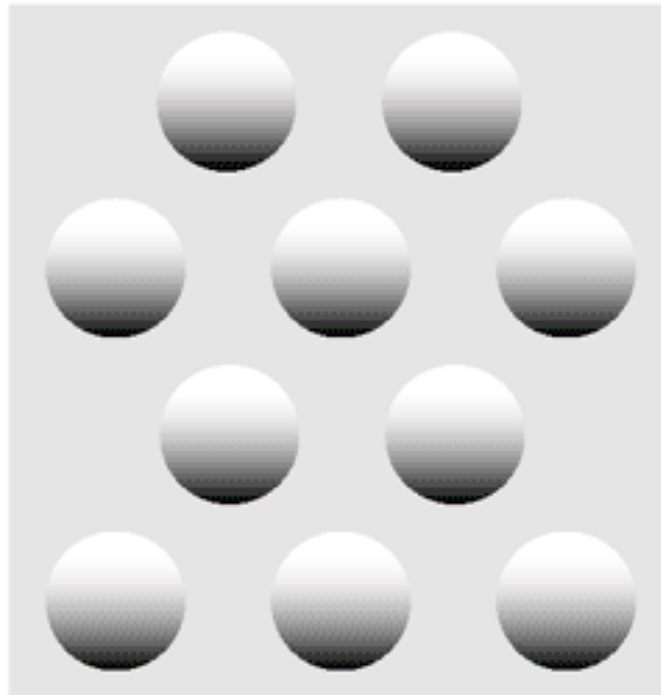
Percepcja wykorzystuje wcześniejszą wiedzę na temat rzeczywistości. Informacja ta jest wbudowana w obwody neuronalne poprzez naukę i mechanizmy genetyczne.



Widzimy wypukłości czy wklęsnięcia? Mózg zakłada, że źródło światła znajduje się powyżej. Obrót obrazka powoduje zmianę percepcji.

Wnioskowanie w oparciu o wiedzę I

Percepcja wykorzystuje wcześniejszą wiedzę na temat rzeczywistości. Informacja ta jest wbudowana w obwody neuronalne poprzez naukę i mechanizmy genetyczne.



Widzimy wypukłości czy wklęsnięcia? Mózg zakłada, że źródło światła znajduje się powyżej. Obrót obrazka powoduje zmianę percepcji.

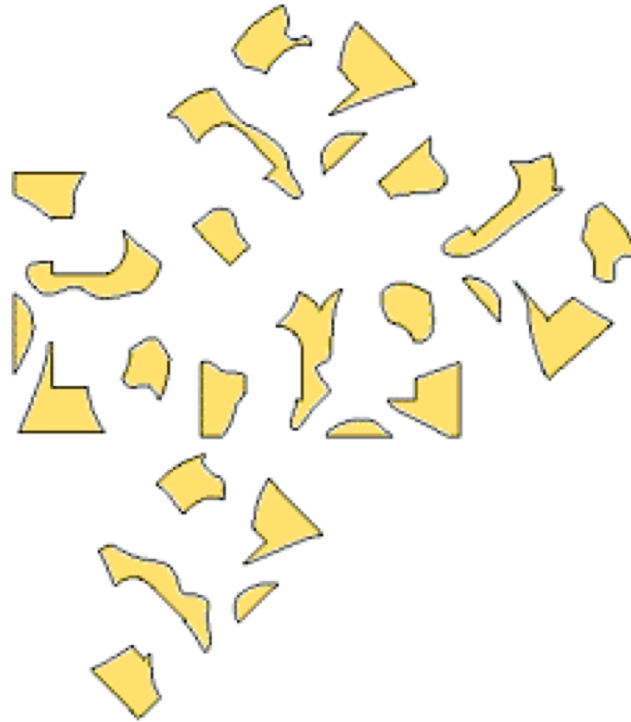
Wnioskowanie w oparciu o wiedzę II

Mózg zakłada, że obiekty, które są bliżej przesłaniają te, które są dalej.
Dlatego potrafi rozpoznać wzorec na podstawie fragmentów tylko wtedy,
gdy fragmenty są postrzegane jako częściowo zasłonięte tło.



Wnioskowanie w oparciu o wiedzę II

Mózg zakłada, że obiekty, które są bliżej przesłaniają te, które są dalej.
Dlatego potrafi rozpoznać wzorec na podstawie fragmentów tylko wtedy,
gdy fragmenty są postrzegane jako częściowo zasłonięte tło.



Percepcja - rozpoznawanie wzorców - cd



Milczenie Owiec - plakat

Percepcja - rozpoznawanie wzorców - cd



Milczenie Owiec - plakat



Milczenie Owiec – detal plakatu

Percepcja - rozpoznawanie wzorców - cd



Milczenie Owiec - plakat



Milczenie Owiec – detal plakatu



Salvador Dali *In Voluptas Mors*, 1951