

# Dobór naturalny

---

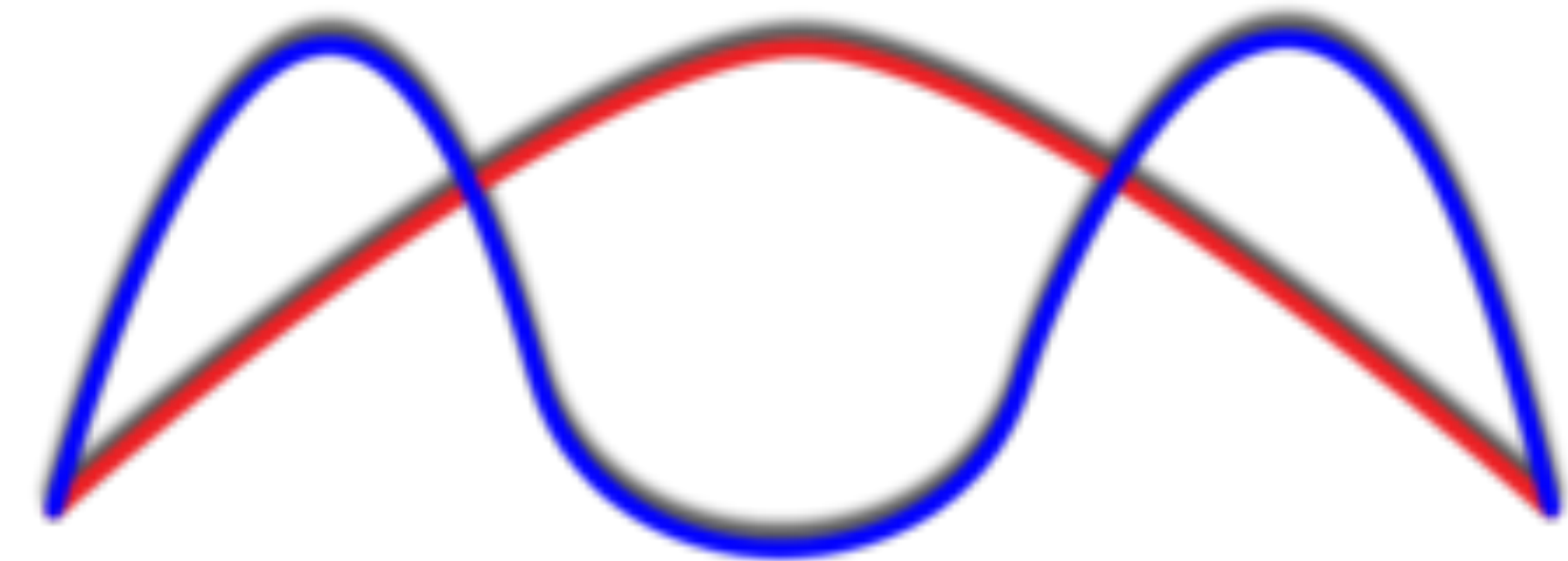
Formy i scenariusze działania doboru

# Działanie doboru

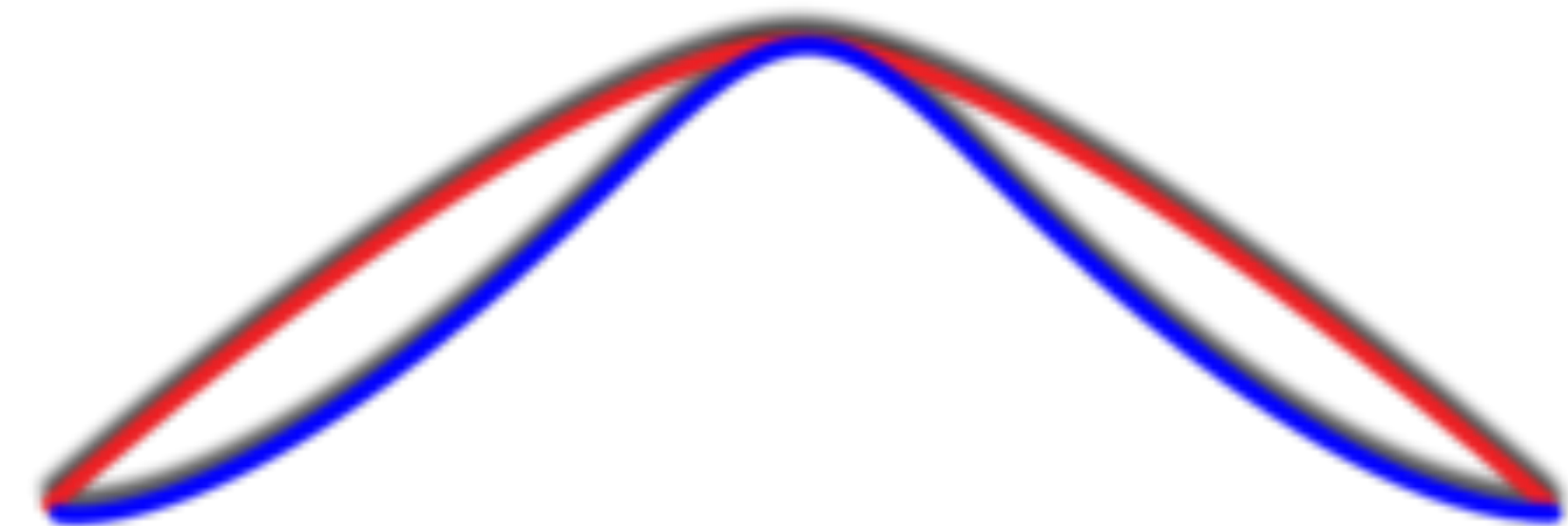
---

- Dobór kierunkowy
  - Przesuwa rozkład cechy
- Dobór stabilizujący
  - Utrzymuje “średni” fenotyp, odrzuca skrajne
  - Dobór równoważący – utrzymuje różnorodność alleli
- Dobór różnicujący
  - Faworyzuje wartości skrajne – prowadzi do specjacji

## Disruptive Selection



## Stabilizing Selection



## Directional Selection



— Before  
— After

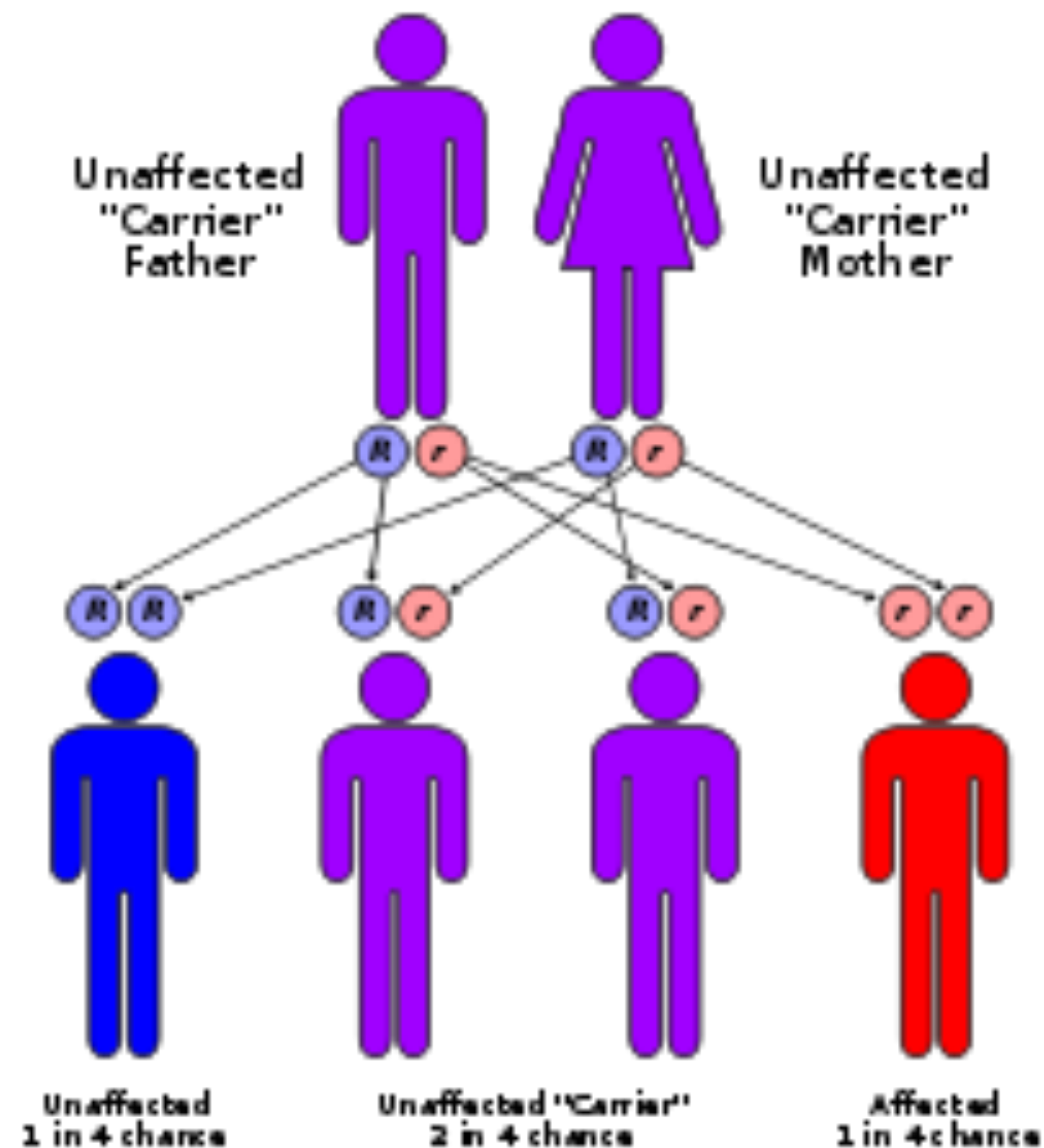
# Dobór równoważący

---

- Utrzymuje różnorodność alleli
  - Faworyzowanie heterozygot
  - Selekcja wariantów rzadkich

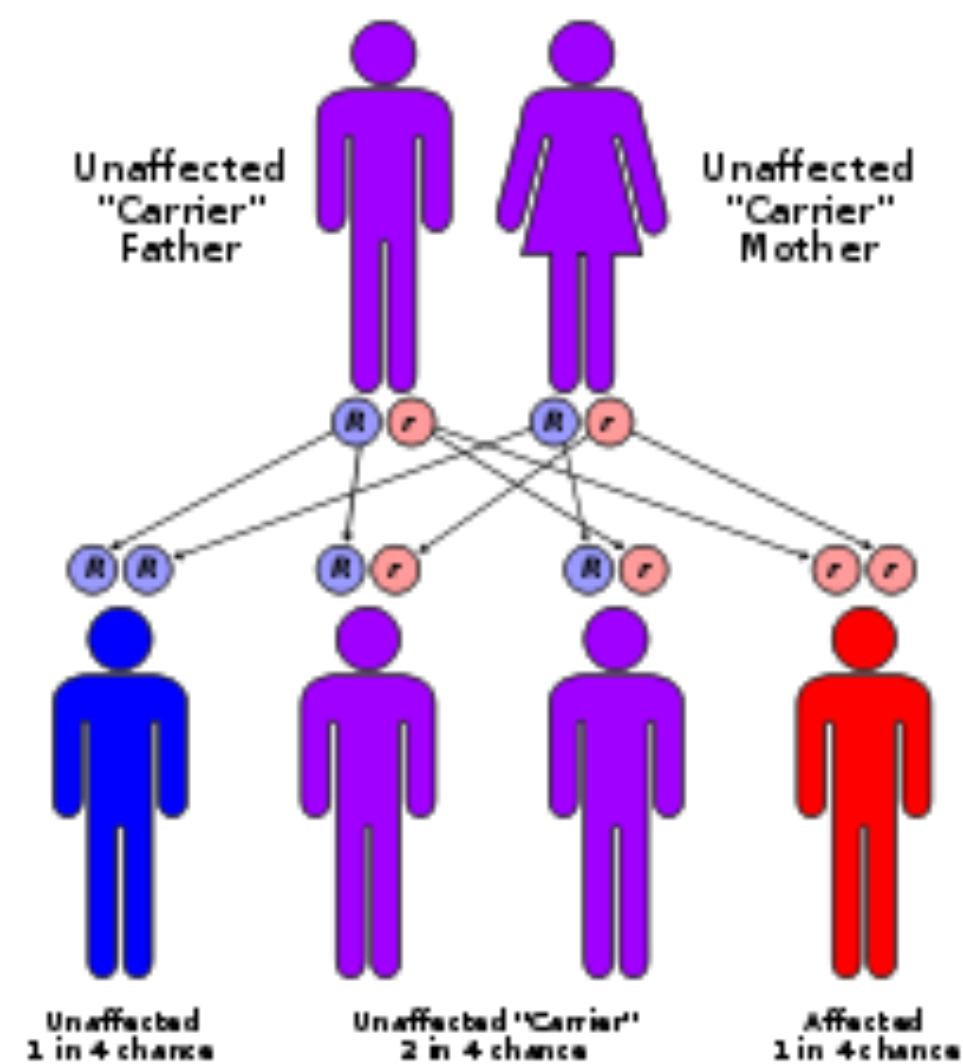
# Anemia sierpowata

- Mutacje w genie  $\beta$ -globiny
- Szczególnie częsta u osób pochodzących z Afryki równikowej
- Choroba recesywna, ale w warunkach niskiego ciśnienia (wysoko w górach) heterozygoty chorują
- Dodatkowy fenotyp – oporność na malarię, fenotyp dominujący

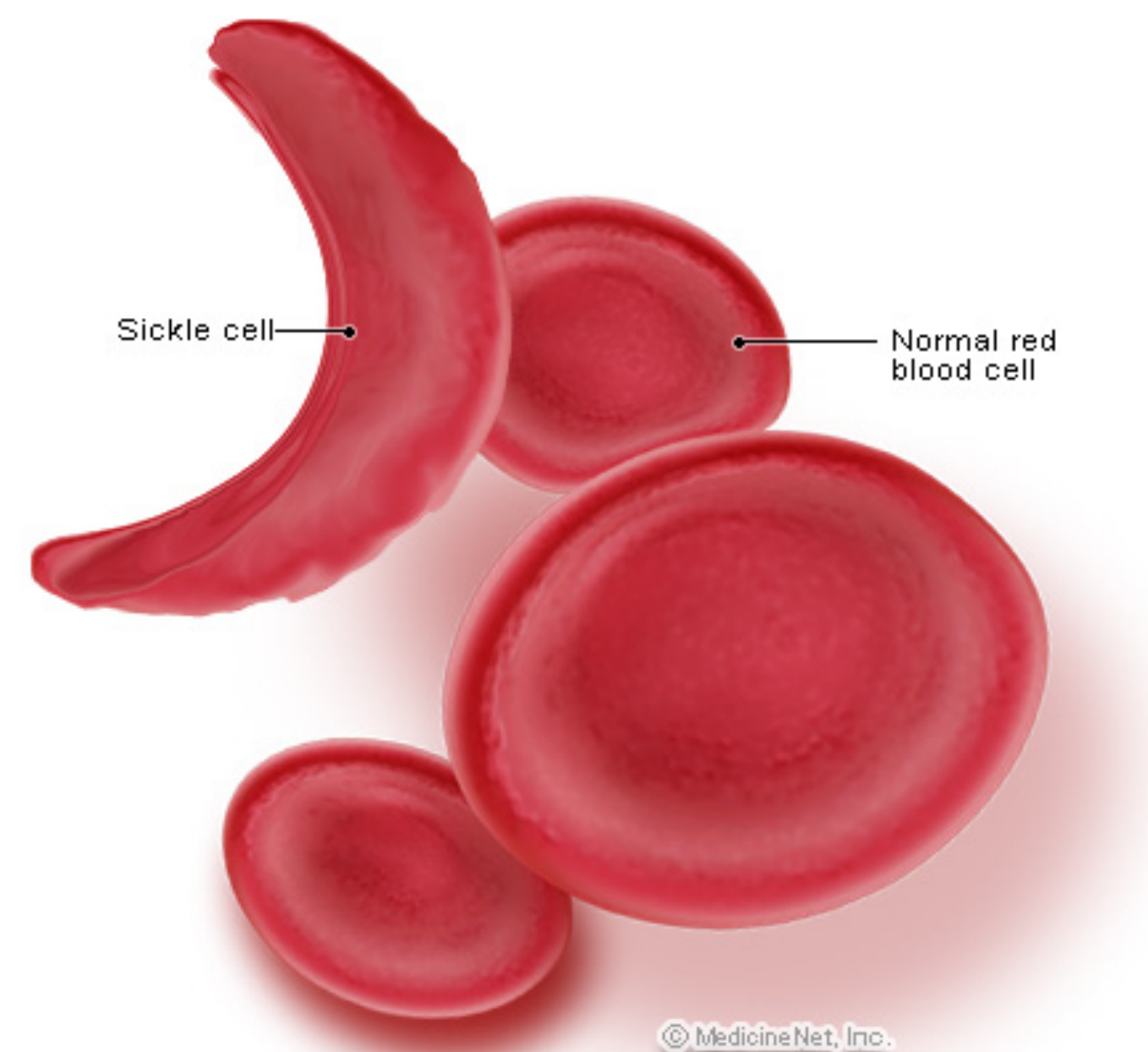


# Anemia sierpowata

- Dobór równoważący faworyzuje heterozygoty gdy:
  - w środowisku występuje zarodek malarii
  - ciśnienie powietrza jest wysokie (niziny)



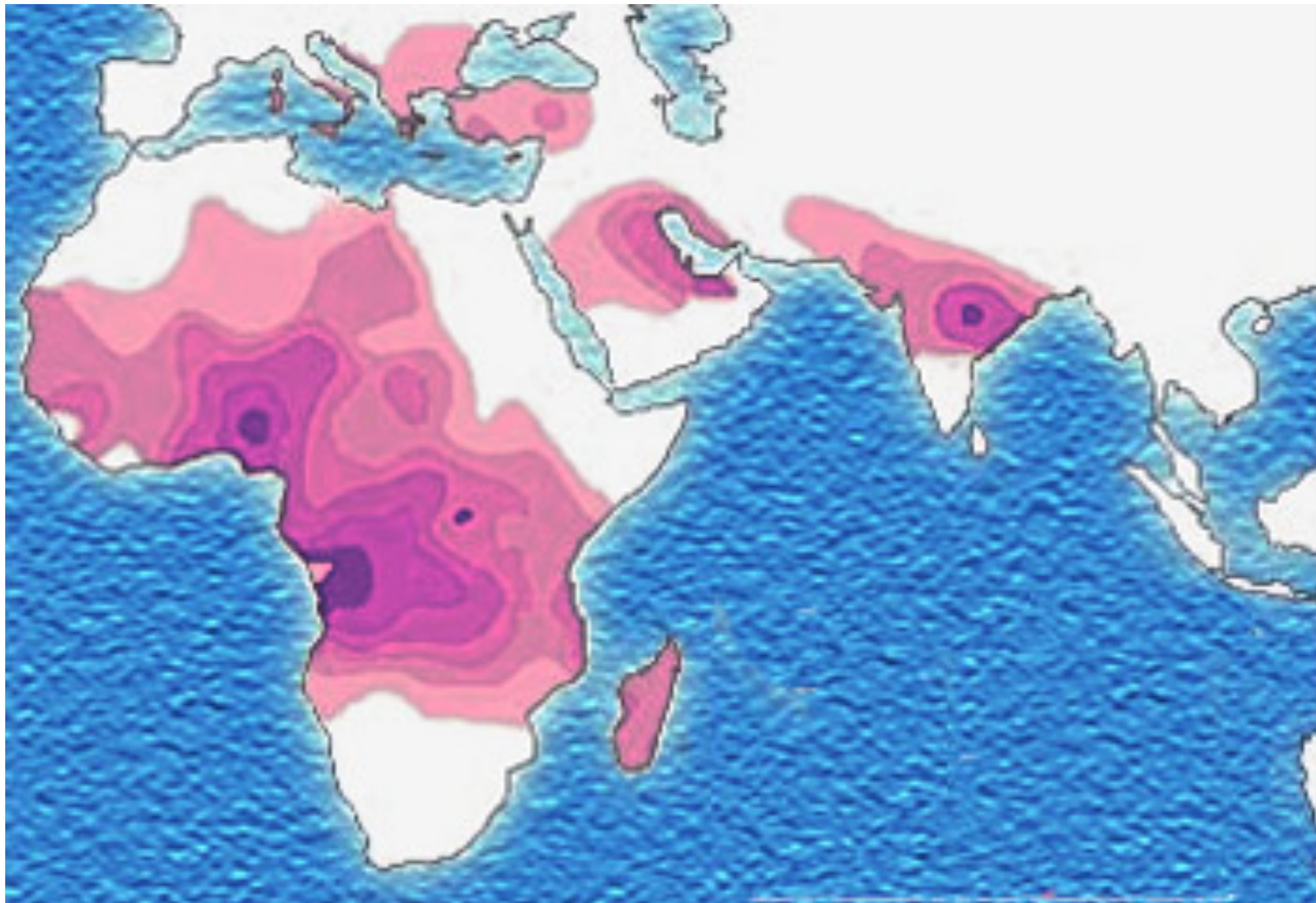
## Red Blood Cells





# Anemia sierpowata

---



Częstość allelu HbS



Występowanie malarii (historyczne)



# Znani nosiciele allelu HbS

---



Lassana Diarra  
(ex. Real Madryt, ex. rep. Francji)



Ryan Clark  
(Pittsburgh Steelers)

# HbS i sport

---

- W latach 2004 - 2008 odnotowano 5 przypadków śmierci u zawodników akademickiej ligi futbolu amerykańskiego powiązanych z nosicielstwem anemii sierpowatej
  - ~2% wszystkich (reszta to inne choroby, urazy i przyczyny niezwiązane z uprawianym sportem)
- ryzyko u nosicieli 37 x wyższe, niż u homozygot dominujących



# Dobór zależny od częstości

---

- Dodatni – korzystne warianty częstsze
- Ujemny – korzystne warianty rzadsze
  - forma doboru równoważącego

# Dodatni dobór zależny od częstości

---

- Kolor jest sygnałem ostrzegawczym (owady niejadalne)
- Drapieżniki uczą się unikać
- Korzystny jest kolor najczęstszy na danym terenie





# Ujemny dobór zależny od częstości

---

- Kwiaty stoplamka bzowego (*Dactylorhiza sambucina*) to tzw. fałszywy sygnał – nie zawierają nektaru
- Owady po pierwszym kontakcie szukają kwiatu odmiennego koloru
- Sukces reprodukcyjny odwrotnie proporcjonalny do częstości allelu



Figure 6-21a Evolutionary Analysis, 4/e  
© 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.



# Selekcja wariantów rzadkich – dobór apostatyczny

---

- Przykład – wstężyk (*Cepea nemoralis*)
- Bardzo duża zmienność wzorów i barw skorupki
- Selekcja przez drapieżniki – ptaki
- Uczą się najszybciej rozpoznawać osobniki typowe, co faworyzuje te nietypowe





# Allele MHC

---

- Główny kompleks zgodności tkankowej
  - Białka uczestniczące w rozpoznawaniu “swój-obcy”
  - Bardzo różnorodne
- Przy wyborze partnera preferowany taki, który ma inne allele MHC (główny kompleks zgodności tkankowej - immunologiczny “dowód osobisty”)
  - ryby
  - myszy
  - człowiek?

# A u człowieka?

---

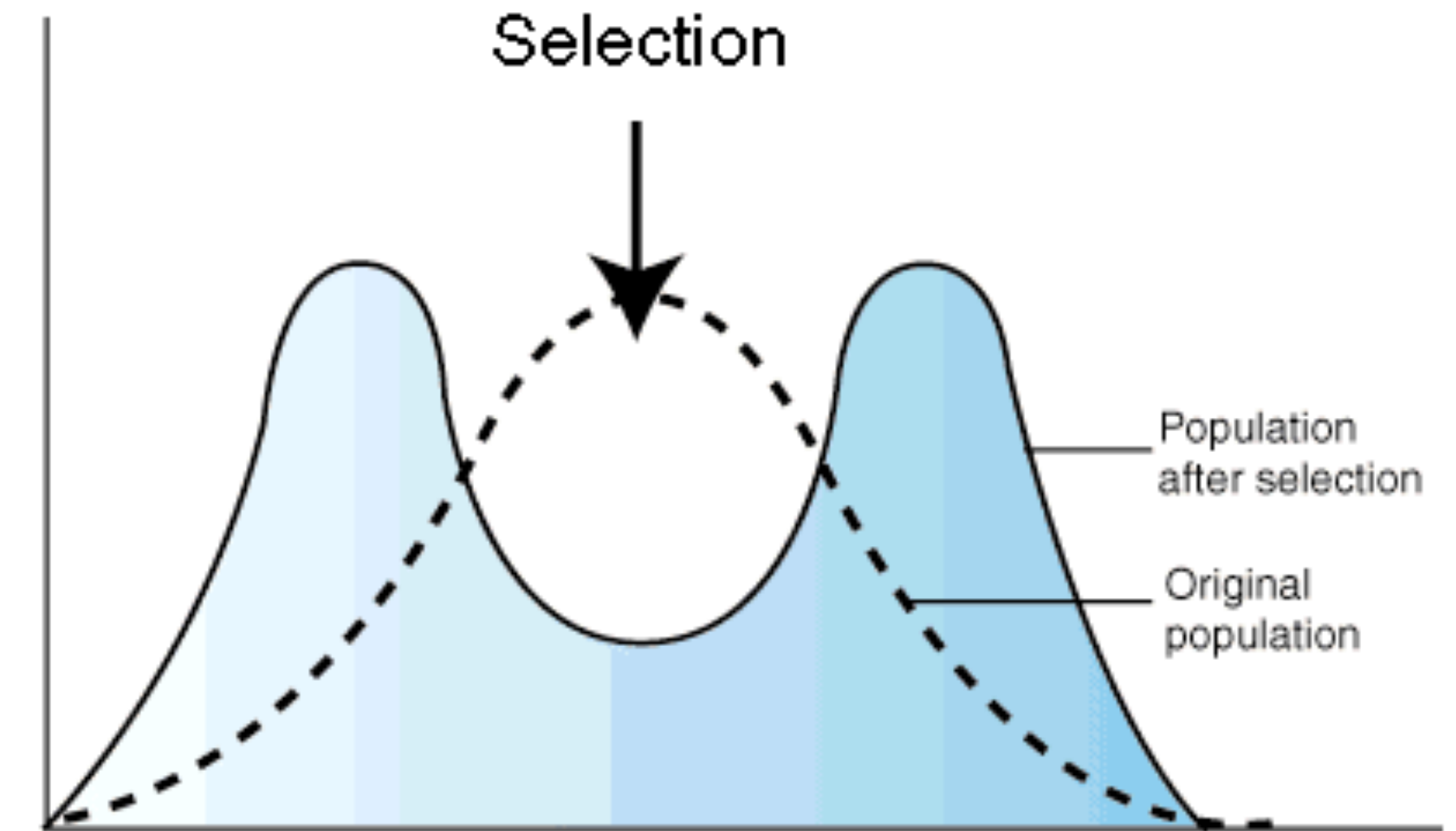
- Wedekind 1995
  - kobiety wybierają partnerów o odmiennych allelach MHC, kierując się zapachem
  - efekt nie występuje u zażywających doustne środki antykoncepcyjne
- Efekt Westermarcka
  - awersja seksualna u osób wychowujących się razem w okresie niemowlęctwa i wczesnego dzieciństwa
  - osłabiony u osób pozbawionych węchu



# Dobór różnicujący

- Faworyzowane fenotypy skrajne
- Stosunkowo rzadki, ale pozwala na specjację bez bariery geograficznej

African Swallowtail  
(*Papilio dardanus*)



Female mimics  
an unpalatable  
species



Male or Female  
is palatable and  
does not mimic  
any unpalatable  
species



Female mimics  
a different  
unpalatable  
species

# Zięby Darwina z Galapagos

---

- Duże dzioby – twarde, duże nasiona, łatwiejsze kruszenie
- Małe dzioby – drobne nasiona, łatwiejsze wydłubywanie
- Średnie dzioby – za słabe do dużych nasion, za duże do małych





# Szczególne drogi doboru

---

- Dobór płciowy
- Dobór krewniaczy
- Dobór grupowy?

# Dobór i złożone zachowania

---

- Nie istnieje dobór grupowy na poziomie gatunku (“dobro gatunku”)
- Istnieje dobór krewniaczy
- Istnieją różne strategie oparte na sygnałach i reakcjach
  - szczególnie u zwierząt o złożonym zachowaniu



# Sygnaty

---

- Cechy wpływające na behavior innego osobnika (tego samego lub innego gatunku) – odbiorcy
- Sygnał “uczciwy” – cecha skorelowana z ukrytą cechą korzystną dla odbiorcy
  - np. kwiaty przywabiające owady, z ukrytym nektarem

# Strategie stabilne ewolucyjnie (ESS)

---

- Pojęcie teorii gier, rozszerzenie równowagi Nasha
  - równowaga Nasha wymaga świadomości uczestników (np. dylemat więźnia)
  - ESS nie wymaga świadomości
- strategia, która jest odporna na pojawienie się w populacji osobników jej nie stosujących



# Strategie stabilne ewolucyjnie

---

- Przy konkurencji o zasoby u zwierząt częste konflikty, które jednak rzadko prowadzą do śmierci lub poważnych ran
- Jeżeli koszt ewentualnej przegranej jest niższy, niż zysk z wygranej, ESS to mieszana populacja, w której część uczestników konfliktu ustępuje
- Przykłady i obliczenia:  
<http://www.life.umd.edu/classroom/zool360/L18-ESS/ess.html>
- <http://uts.cc.utexas.edu/~varanus/ESS.pdf>

Dobór płciowy i konflikty płciowe

“A wszystko urządzono w celu rozmnażania:  
Ludzkie gesty, błysk zębów, śmiechy wysilone”

**–Michel Houellebecq przeł. J. Sosnowski**



# Dobór płciowy

---

- Sukces reprodukcyjny uzależniony od preferencji potencjalnych partnerów (atrakcyjności)
- Konkurencja między osobnikami tej samej płci
- Często prowadzi do powstania cech niekorzystnych z punktu widzenia przetrwania **osobnika**
- Dobór naturalny działa poprzez sukces reprodukcyjny, nie przeżycie osobnika





# Dobór płciowy

---

- Zaproponowany przez Darwina
- Dobrze udokumentowane dowody znacznie później:
  - M. Andersson, 1982 – wikłacze olbrzymie (*Euplectes progne*) – większy sukces reprodukcyjny samców z dłuższymi ogonami



# Dobór płciowy

---

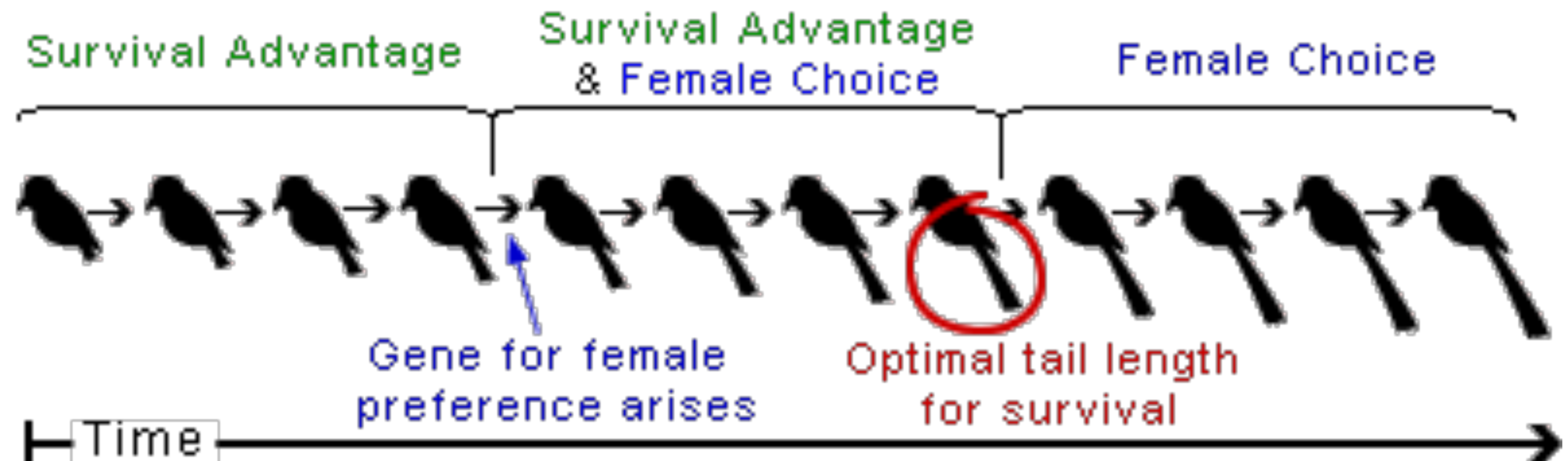
- Dlaczego prowadzi niekiedy do cech niepotrzebnych, a nawet szkodliwych?
- Teoria Fishera – “uciekająca” selekcja:
  - Dodatnie sprzężenie zwrotne



# Dobór płciowy

- Samice wybierają partnerów z dłuższym ogonem – w potomstwie więcej osobników z długimi ogonami
- W kolejnym pokoleniu więcej samców z długimi ogonami
- Dla samic korzystna staje się preferencja dla długich ogonów

## Tail Length increases because of...



# Dobór płciowy

---

- Hipoteza seksownych synów
  - Samica wybiera samca, który przekaże synom cechy zwiększające szanse wyboru przez samice
  - Dla samicy korzystne upodobania takie, jak u większości
- Problemy hipotezy
  - Każda nowa cecha jest początkowo rzadka i nietypowa
  - Nie tłumaczy wzrostu intensywności cechy (np. długości ogona) – preferencja wartości średniej



# Dobór płciowy

---

- Teoria handicapu (Zahavi, 1975)
  - Oparta na teorii gier
  - Komunikacja między osobnikami
  - Cecha kosztowna (np. długi kolorowy ogon) jest sygnałem dobrego stanu zdrowia (“jakości genów”)





# Teoria handicapu

---

- Handicap i altruizm
  - Tymal arabski (*Turdoides squamiceps*)
  - Żyje w grupach
  - Niespokrewnione osobniki obdarowują się pożywieniem, pomagają w gnieździe, czyszczą się itp.
  - Zachowanie altruistyczne jako sygnał “jakości”





# U człowieka?

---

- Kość prącia (bakulum)
- Występuje u wielu zwierząt, w tym naczelnych
- Usztywnia prącie podczas kopulacji
- U człowieka brak
- Zdolność do kopulacji przy braku usztywniającej kości sygnałem dobrego stanu zdrowia?



Bakulum psa

# Dobór płciowy i strategie wyboru

---

- Nierówne koszty (inwestycje) rozrodu
  - Np. u ssaków koszt u samic znacznie większy
- Sukces reprodukcyjny płci o mniejszym koszcie jest ograniczony głównie przez dostępność partnerów
  - płęć konkurująca
- Sukces reprodukcyjny płci o większej inwestycji jest ograniczony głównie przez jakość potomstwa
  - płęć wybierająca

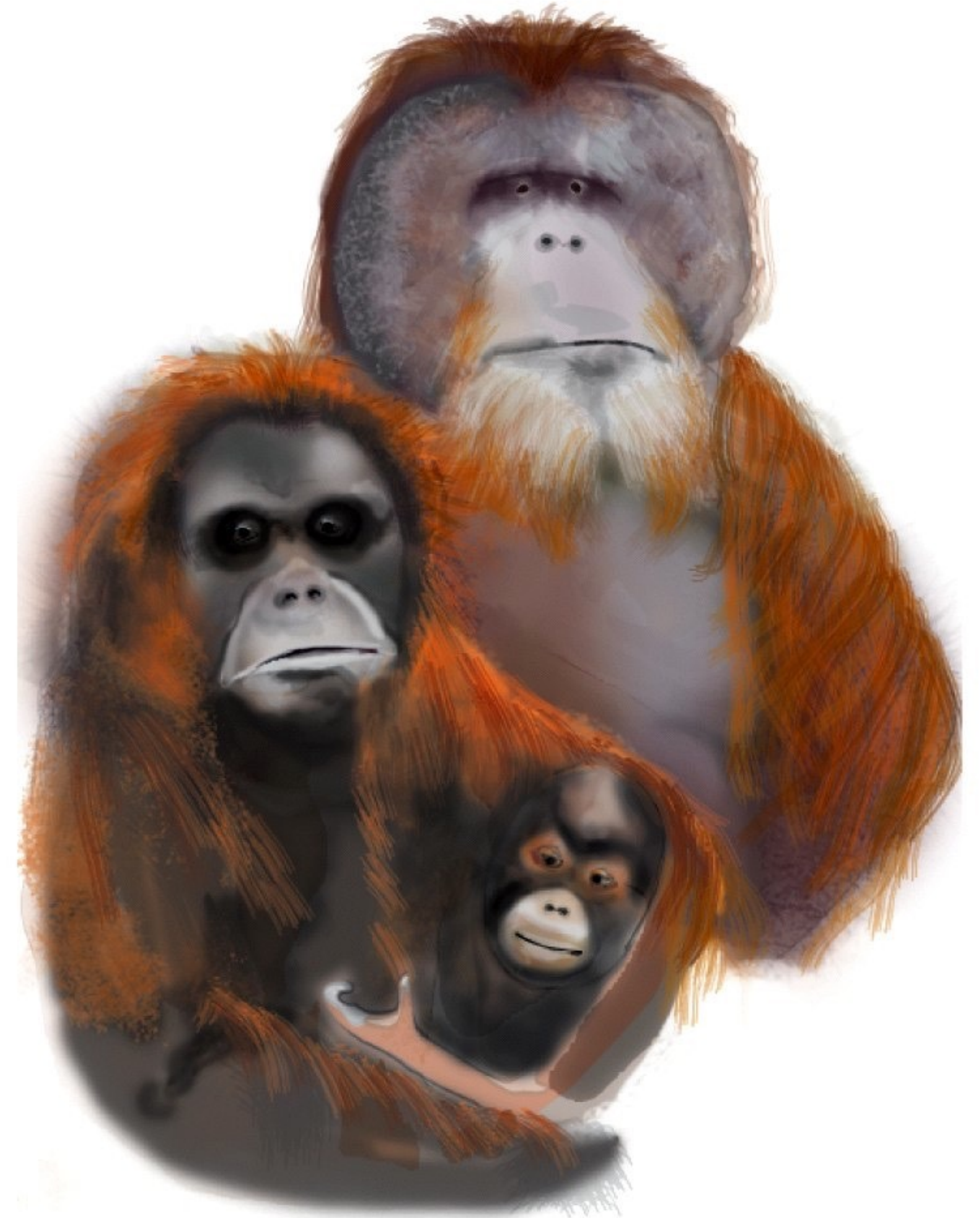


Figure 11-4 Evolutionary Analysis, 4/e  
© 2007 Pearson Prentice Hall, Inc.



# Konflikty płciowe

---

- W obrębie tej samej płci
- Pomiedzy płciami

# Konflikt w obrębie tej samej płci

---

- Walki godowe
- Konkurencja plemników (gatunki poliandryczne)



*Calopteryx maculata* – ważka czarnoskrzydła

Penis w kształcie szczotki – usuwa nasienie poprzednika



# Konflikt między płciami

---

- Różne optima strategii ewolucyjnych samic i samców
- Np. częstość kopulacji
  - Dla samców – jak najczęstsza (niska inwestycja)
  - Dla samic – niezbyt częsta (większy koszt)
- Powstają różne mechanizmy.
- “Wyścig zbrojeń” między płciami.





# Konflikt między płciami - strąkowcowate

---





# Konflikt u strąkowcowatych

---

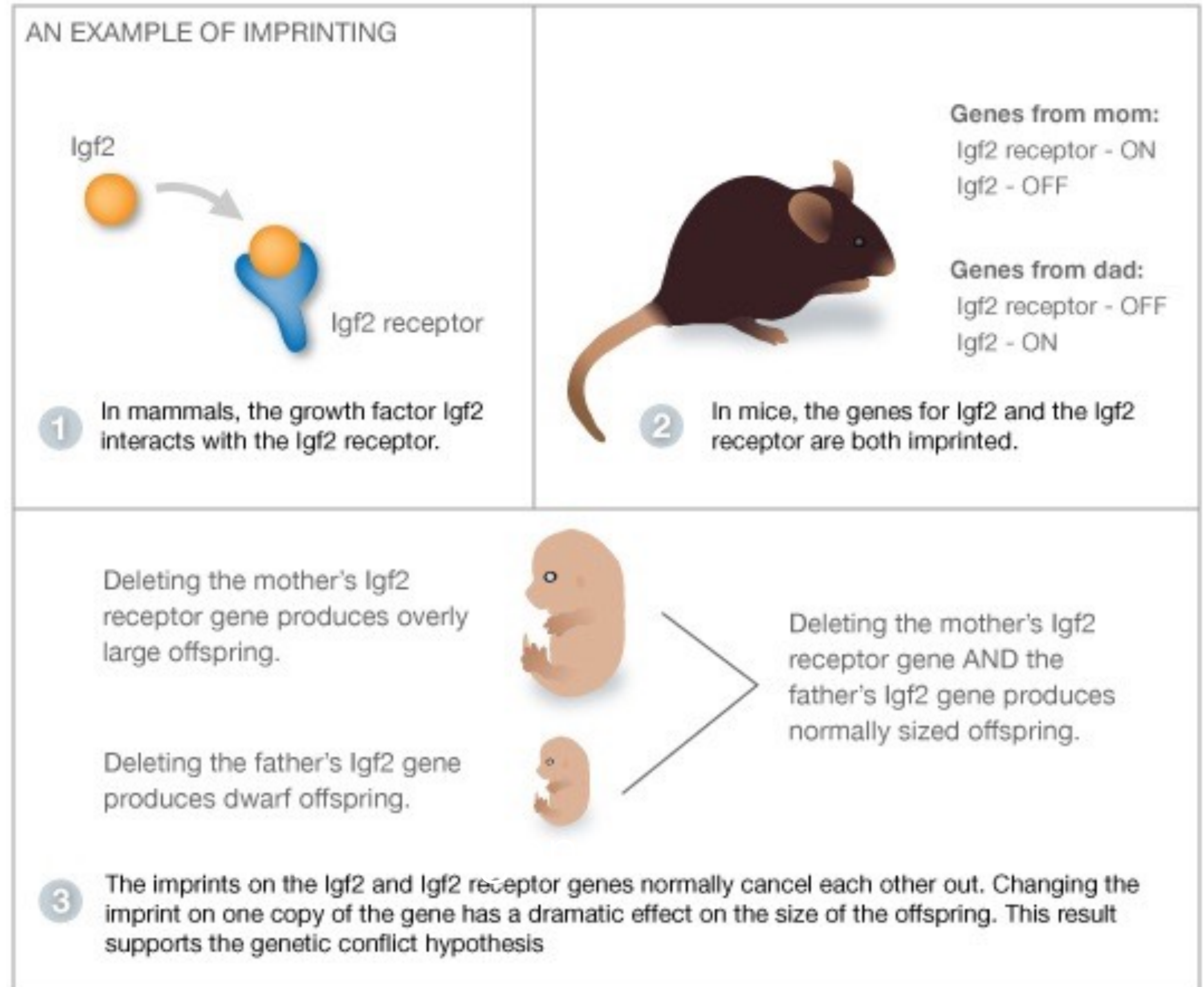
- Narządy kopulacyjne samców są kolczaste
  - Wydłuża kopulację
  - Uszkadza narządy rodne samicy
    - Zmniejsza prawdopodobieństwo kolejnej kopulacji z innym samcem
    - Zmniejsza dostosowanie samicy zwiększając dostosowanie samca
- Samice starają się zrzucić samce i skrócić kopulację
  - Zmniejsza dostosowanie samca





# Wielkość płodu u ssaków

- U samców selekcja na większy rozmiar
  - kosztem rodzeństwa
- U samic - mniejszy rozmiar
  - zasoby dla całego potomstwa
- Geny determinujące rozmiar płodu aktywne tylko przy dziedziczeniu od ojca albo matki (piętno genomowe) - równoważy efekt konfliktu



# Dobór płciowy

---

- Dyskusje nad różnymi modelami doboru płciowego wciąż aktualne  
(AG Jones, NL Ratterman. 2009. Mate Choice and Sexual Selection: What Have We Learned Since Darwin? Proc. natl. Acad. Sci. USA, 106:10001-8)
- Próby zastąpienia innymi koncepcjami (np. teoria gier, wzajemne korzyści, dobór społeczny) bardzo kontrowersyjne  
(J. Roughgarden, 2004, Evolution's Rainbow. University of California Press)
  - Takie mechanizmy mogą współistnieć z doborem płciowym u gatunków silnie społecznych
- Próby stosowania do wyjaśniania zachowań człowieka - często kontrowersyjne