



## PRZYJRZYJMY SIĘ BLIŻEJ DOPINGOWI! POZIOM ŚREDNI

### SLAJD 2:

Światowa Agencja Antydopingowa (WADA) definiuje Światowy Kodeks Antydopingowy następująco:

“Jednym z największych osiągnięć w walce z dopingiem w sporcie jest stworzenie, zaakceptowanie i wdrażanie zasad antydopingowych Światowego Kodeksu Antydopingowego. Kodeks jest podstawowym dokumentem określającym ramy dla ujednoliconej polityki antydopingowej dla organizacji sportowych oraz przedstawicieli świata sportu. Kodeks wdrażany jest w życie w połączeniu z czterema Standardami Międzynarodowymi mającymi na celu ujednolicenie standardów wśród organizacji antydopingowych w takich obszarach, jak: badania (pobieranie próbek), laboratoria, użycie substancji zabronionych w celach terapeutycznych (tzw. wyłączenia dla celów terapeutycznych – TUEs) oraz Lista substancji i metod zabronionych...”

(Pełna i oficjalna wersja Kodeksu dostępna jest na stronie [www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org))

*Rysunek:* Struktura światowego systemu antydopingowego – zgodnie ze Światowym Kodeksem Antydopingowym WADA.

- **WADA i Światowy Kodeks Antydopingowy („The Code”)**
  - międzynarodowy, niezależny monitoring / nadzór walki z dopingiem w sporcie i jego ramy (“The Code”).
- **IOC** (Międzynarodowy Komitet Olimpijski), **IPC** (Międzynarodowy Komitet Paraolimpijski), **IFs** (Międzynarodowe Federacje Sportowe)
  - odpowiedzialność za testy i sankcje
- **Rządy krajowe (Governments)**
  - wsparcie finansowe, polityczne, strukturalne, itp.
- **NOCs** (Narodowe Komitety Olimpijskie), **NPCs** (Narodowe Komitety Paraolimpijskie), **NFs** (Krajowe Federacje Sportowe)
  - zgoda na wdrażanie Kodeksu
- **NADOs** (Krajowe Organizacje Antydopingowe), **RADOs** (Regionalne Organizacje Antydopingowe)
  - odpowiedzialność za badania antydopingowe sportowców na zawodach i poza zawodami, orzekanie o naruszeniu przepisów antydopingowych oraz edukacja antydopingowa.
- **Sportowcy i środowisko sportowe (Athletes & Entourage)**
  - przestrzeganie Kodeksu

- **LABs** (Laboratoria)  
→ analiza próbek pobranych do kontroli antydopingowej
- **CAS** (Sportowy Sąd Arbitrażowy)  
→ rozstrzyganie sporów w sprawach związanych ze sportem

### SLAJD 3:

Światowy Kodeks Antydopingowy definiuje naruszenie przepisów antydopingowych następująco:

- 2.1 Obecność substancji zabronionej** lub jej *metabolitów* lub *markerów* w próbce fizjologicznej sportowca.
- 2.2 Użycie lub próba użycia** substancji zabronionej lub metody zabronionej.
- 2.3 Niewyrażenie zgody**, lub **niezgłoszenie się** bez ważnego uzasadnienia, **na pobranie próbki** po powiadomieniu zgodnie z odpowiednimi przepisami antydopingowymi lub w inny sposób unikanie pobrania próbki.
- 2.4 Naruszenie odpowiednich wymogów** określających dostępność sportowca do **kontroli poza zawodami**, w tym nieprzedstawienie wymaganych informacji na temat miejsca pobytu oraz niepoddanie się ogłoszonym badaniom.
- 2.5 Manipulowanie** lub **próba manipulowania** jakąkolwiek częścią kontroli antydopingowej.
- 2.6** Posiadanie substancji zabronionych lub metod zabronionych.
- 2.7** Handel dowolną substancją zabronioną lub metodą zabronioną.
- 2.8 Podanie** lub próba podania zawodnikowi **substancji zabronionej** lub metody zabronionej, lub pomaganie, zachęcanie, ułatwianie, podżeganie, ukrywanie lub każdy inny rodzaj współdziałania związany z naruszeniem przepisów antydopingowych, lub próbą ich naruszenia.

(Pełna i oficjalna wersja Kodeksu dostępna jest na stronie [www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org))

### SLAJD 4:

**Lista zabronionych substancji i metod** Światowej Agencji Antydopingowej (*Lista zabroniona*) grupuje zabronione w sporcie substancje i metody wg następującego podziału:

#### **Substancje zabronione w każdym czasie (podczas zawodów i poza zawodami)**

- S1. Środki anaboliczne
- S2. Hormony i pokrewne substancje
- S3. Beta-2 agoniści

- S4. Antagoniści i modulatory hormonów
- S5. Diuretyki i inne środki maskujące

### **Metody zabronione zawsze w każdym czasie (podczas zawodów i poza zawodami)**

- M1. Metody poprawiające transport tlenu
- M2. Manipulacje chemiczne i fizyczne
- M3. Doping genetyczny

### **Substancje i metody zabronione podczas zawodów**

(substancje i metody wymienione w grupach S1-S5 oraz M1-M3 oraz poniżej)

- S6. Stymulanty
- S7. Narkotyki
- S8. Kanabinoidy
- S9. Glukokortykosteroidy

### **Substancje zabronione w niektórych sportach**

- P1. Alkohol (zabroniony np. w łucznictwie, sportach samochodowych, motorowych itp.)
- P2. Beta-blokery (zabronione np. w bobslejach, narciarstwie [skoki, styl wolny] i snowboardzie [halfpipe], zapasach)

*Lista zabroniona* jest corocznie uaktualniana i publikowana. Aktualna wersja **Listy substancji i metod zabronionych** w sporcie dostępna jest pod adresem:

[www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=370](http://www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=370).

#### **SLAJD 5:**

Sportowcy są objęci programem testowania, który ma na celu sprawdzenie, czy przestrzegają oni obowiązujących przepisów antydopingowych. **Międzynarodowe Federacje Sportowe** powinny stworzyć programy testowania dla sportowców biorących udział w zawodach szczebla międzynarodowego, podczas gdy **Narodowe Organizacje Antydopingowe** są odpowiedzialne za programy testowania dla zawodników rangi krajowej. Procedura testowa zwana jest „testowaniem celowym”, co oznacza, że sportowcy nie są wybierani do kontroli przypadkowo. Ponadto, sportowcy mogą zostać poddani kontroli antydopingowej zarówno podczas zawodów (na substancje i metody zabronione na zawodach), jak również w innym czasie (na substancje i metody zabronione poza zawodami).

Procedura przeprowadzania kontroli antydopingowej (pobierania próbek do badań) może odbywać się na dwa sposoby. Jeden to **test po uprzedniej zapowiedzi**, drugi – preferowany – to **test bez zapowiedzi**. Jeśli test jest zapowiedziany – powinien mieć miejsce nie później niż do 6 godzin od powiadomienia. W przypadku testu bez zapowiedzi, kontrola powinna odbyć się przed upływem jednej godziny, w czasie której sportowiec powinien znajdować się pod stałą obserwacją.

Światowy Kodeks Antydopingowy z 2003 roku i jego założenia dotyczące procedur testowych dostępne są pod adresem:

<http://www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=250>.

#### SLAJD 6:

Próbkami biologicznymi, w których przeprowadza się badania na obecność zabronionych substancji lub zastosowanie zabronionych metod, są próbki moczu lub próbki krwi. Regułą jest pobieranie próbek moczu, ale także coraz więcej próbek krwi (dwie próbki A i B po trzy mililitry) jest pobieranych w celu kontroli dopingu.

Dzisiaj większość próbek krwi używana jest do kontroli statusu zdrowia sportowca (np. zwiększony hematokryt u biegaczy narciarskich ⇒ większe ryzyko nadciśnienia tętniczego oraz zakrzepów i zatorów)

#### SLAJD 7:

Definicja „Wyłączenia dla celów terapeutycznych” (Therapeutic Use Exemption – TUE) wg Światowej Agencji Antydopingowej brzmi następująco:

Wyłączenie dla celów terapeutycznych to **zezwole nie na zażywanie substancji zabronionych w ściśle określonych warunkach**. Otrzymanie TUE powinno być zgodne z Międzynarodowym Standardem Wyłączeń dla Celów terapeutycznych. TUE należy otrzymać w przypadku konieczności zastosowania jakiegokolwiek substancji z *Listy zabronionej*. W zależności od typu substancji i sposobu jej podawania, stosuje się albo standardowy formularz TUE albo skrócony formularz TUE (ATUE). Wszyscy sportowcy, którzy wymagają leczenia za pomocą substancji lub metod zabronionych w sporcie oraz przechodzą testy antydopingowe, muszą otrzymać TUE od swojej Narodowej Organizacji Antydopingowej. Aby otrzymać zgodę na TUE, sportowiec musi mieć odpowiednie zaświadczenie lekarskie.

Aby otrzymać TUE należy spełnić kryteria, które są określone w Standardzie Międzynarodowym i brzmią następująco:

1. Zdrowie sportowca uległoby znacznemu pogorszeniu, jeśli substancja zabroniona lub metoda zabroniona zostałaby wycofana w trakcie ostrego leczenia lub przewlekłego stanu chorobowego. (Artykuł 4.2 Międzynarodowego Standardu TUE).

2. Terapeutyczne użycie substancji zabronionej lub metody zabronionej nie powoduje dodatkowej poprawy wyników, innej niż poprawa, jakiej można by oczekiwać od sportowca po powrocie do stanu zdrowia po zakończeniu leczenia uzasadnionego stanu chorobowego. Użycie jakiejkolwiek substancji zabronionej lub metody zabronionej w celu zwiększenia fizjologicznie „niskich” poziomów jakiegokolwiek endogennego hormonu nie uważa się za dopuszczalną interwencję terapeutyczną (Artykuł 4.3. Międzynarodowego Standardu TUE). Poprzez “poprawę wyników” rozumie się powrót sportowca do poziomu wyników sprzed leczenia. To oznacza, że pewna poprawa wyników, z powodu leczenia, może nastąpić, ale nie może być ona wyższa od poziomu sprzed leczenia.
3. **Nie istnieje rozsądna terapeutyczna alternatywa** wobec substancji, która jest substancją zabronioną lub metody, która jest metodą zabronioną (Artykuł 4.4. Międzynarodowego Standardu TUE). Należy zachować dwie rozsądne alternatywy terapeutyczne:
  - Tylko uzasadnione i sprawdzone leki są uważane za alternatywę
  - Definicja, czym są uzasadnione i sprawdzone leki, może się różnić w zależności od kraju. Te różnice powinny być brane pod uwagę, np. jeśli lek jest zarejestrowany w jednym kraju a w innym nie, lub wciąż jest testowany, itp.
4. **Konieczność użycia substancji** lub metody zabronionej nie może wynikać całkowicie lub częściowo z wcześniejszego stosowania substancji z *Listy zabronionej* w celach innych niż terapeutyczne (Artykuł 4.5. Międzynarodowego Standardu TUE).

TUE może być przyznane, jeśli wszystkie cztery kryteria są spełnione.

Pełna informacja dotycząca „Wyłączenia dla celów terapeutycznych” (TUE) dostępna jest pod adresem: [www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=373](http://www.wada-ama.org/en/dynamic.ch2?pageCategory.id=373).

#### **SLAJD 8:**

Sportowcy szczebla międzynarodowego i krajowego są objęci programem testowania (zgodnie z Kodeksem WADA). W programie tym sportowcy przechodzą testy w okresie „poza zawodami”. Dla pewności, że przeprowadzenie niezapowiedzianych testów będzie możliwe do wykonania u wszystkich sportowców, muszą oni przekazywać dane dotyczące swojego aktualnego miejsca pobytu odpowiednim – międzynarodowym lub krajowym – federacjom sportowym.

Nie stosując się do tego wymogu sportowiec ryzykuje naruszenie przepisów antydopingowych.

## SLAJD 9:

Wiele substancji dopingujących to przede wszystkim środki farmakologiczne o dużym znaczeniu terapeutycznym. Są one stosowane w leczeniu ciężkich chorób. Biorąc pod uwagę ten aspekt, z jednej strony są one skuteczne w zwalczaniu choroby, a z drugiej strony mają wiele działań niepożądanych. Te biomedyczne efekty niepożądane są kontrolowane i testowane w wielu specjalnych badaniach i są uważane za akceptowalne w związku z jeszcze większymi problemami dla zdrowia powodowanymi przez choroby, które mogą wyleczyć.

Problem użycia leków jako substancji wspomagających wydolność w sporcie polega na tym, że przyjmują je zdrowi sportowcy, bez żadnej uzasadnionej potrzeby. Ponadto, większość tych substancji zażywana jest w tak zwanych dawkach suprafarmakologicznych, prowadzących do efektów niepożądanych, których nikt tak naprawdę nie jest w stanie ocenić.

*Rysunek:* Związek między użyciem leków w celach terapeutycznych oraz nadużywaniem leków w sporcie. Leki używane w celach terapeutycznych w określonych dawkach **farmakologicznych** pełnią swoją funkcję leczniczą, podczas gdy leki wspomagające wydolność mogą powodować **niebezpieczne** efekty ze względu na użycie ich w dawkach **suprafarmakologicznych**. W konsekwencji efekty niepożądane mogą być **krótkoterminowe, odwracalne, nieodwracalne oraz o późno wykrywalnych efektach niszczących**.

## SLAJD 10:

Steroidy anaboliczne lub steroidy anaboliczno-androgeniczne (SAA) są hormonami. Jak większość hormonów, wędrują do krwi by regulować specyficzne funkcje organizmu. Przykładowo SAA wzmagają metabolizm białek prowadzący do wzmożonej budowy masy mięśniowej.

- “**anabolic**” oznacza “**budować**”
- “**andro + genic**” oznacza “**męski + produkować**”
- steroidy to rodzaj **cząsteczek lipidowych**

Na przykład testosteron jest steroidem anaboliczno-androgennym odpowiadającym za męskie hormony płciowe, produkowanym w jądrach, jajnikach, korze nadnerczy oraz w wątrobie. W medycynie stosuje się steroidy anaboliczne w przypadku dystrofii mięśni.

*Rysunek:* Hormon produkowany przez odpowiednie komórki we właściwych im organach a następnie wydzielany do krwi (**układ krwionośny**). W układzie

krwionośnym hormon może być transportowany do jakiegokolwiek miejsca w organizmie. Komórki docelowe mają odpowiednie receptory, dzięki którym rozpoznają hormon i zaczynają produkować białko.

#### SLAJD 11:

Steroidy anaboliczno-androgenne (SAA) są używane w celach leczniczych w następujących przypadkach:

- **niedobór androgenów** → hipogonadyzm – dysfunkcja gonad (jąder lub jajników) skutkująca brakiem produkcji hormonów → użycie SAA jako terapii zastępczej
- **męski gigantyzm** → nadmierny wzrost
- **endometrioza** → rozrost błony śluzowej macicy poza jamą macicy (w leczeniu wykorzystuje się np. danazol)
- **anemia** → użycie SAA w celu pobudzenia erytropoezy

#### SLAJD 12:

Oczekiwany efekt stosowania SAA w sporcie pochodzi z anabolicznej części substancji (odpowiadającej za wzrost komórki). Sportowcy czasami chcą „zbudować” mięśnie poprzez nadużywanie steroidów, które wspomagają syntezę białek, co prowadzi do wzrostu tkanki mięśniowej. Równoległe, za wzrostem syntezy białka stosowanie steroidów powinno także prowadzić do szybszej regeneracji. SAA mogą mieć wpływ na muskulaturę szczególnie, gdy równocześnie prowadzony jest intensywny trening.

Sportowcy muszą być aktywni, ponieważ **steroidy anaboliczne nie powodują wzrostu mięśnia same z siebie**. Ponadto mięśnie **nie są fizjologicznie przygotowane na tak ekstremalny i szybki wzrost**, dlatego też, w efekcie nadużywania anabolików podczas treningu, mogą pojawić się także uszkodzenia mięśni.

*Rysunek:* SAA mogą być zażywane w postaci tabletek lub zastrzyków domięśniowych, powodując pośrednio ryzyko utraty zdrowia w postaci infekcji (np. wirusem HIV lub zapalenia wątroby)

#### SLAJD 13:

Slajd pokazuje przypadek wielokrotnych naderwań ścięgien u sportowca (piłkarza) stosującego anaboliki.

**Oryginalny abstrakt – Isenberg i wsp. (2008): Unfallchirurg, 111(1): 46-49:**

**Kolejne uszkodzenia rzepki i ścięgna Achillesa. Steroidy anaboliczne w sporcie wyczynowym.**

Pochodne testosteronu lub 19-nortestosteronu są używane jako anaboliki w celach polepszenia wyników, mimo że wpływ środków anabolicznych na poprawę osiągnięć sportowych jest wciąż dyskutowany. Sportowcy używają steroidów anabolicznych pomimo zwiększonej kontroli oraz coraz częstszych dramatycznych przypadków związanych z ich stosowaniem. Podczas gdy dysfunkcje metaboliczne wynikające z używania anabolików są dobrze udokumentowane, naderwania ścięgien są rzadko opisywane. 29-letni zawodowy piłkarz przeszedł w przeciągu 18 miesięcy operacje z powodu naderwania więzadła właściwego rzepki i obydwu ścięgien Achillesa. Dzięki uważnie przeprowadzonemu wywiadowi medycznemu stwierdzono, że badany przez okres 3 lat stosował różne steroidy anaboliczne, z zamiarem poprawy wydolności. Po każdej operacji, zarówno w okresie wczesnej rekonwalescencji, jak i podczas treningów, sportowiec nadal zażywał steroidy w dużych dawkach. Zabiegi operacyjne doprowadziły do wygojenia ścięgien Achillesa. Jednak trening i zażywanie steroidów anabolicznych tuż po założeniu szwów przyczyniły się do ponownego naderwania ścięgien w przeciągu 8 tygodni. Po rekonstrukcji więzadła z przeszczepionych ścięgien mięśnia półścięgnistego, powikłanej infekcją, ścięgno i więzadło zostały ponownie naderwane. Ostrzeżenia pacjenta o nieskuteczności leczenia, przy ciągłym używaniu przez niego anabolików, zakończyły się niepowodzeniem. W związku z dużą liczbą nieopisanych przypadków w sporcie, można przypuszczać, że leczenie operacyjne naderwań ścięgien ma związek z używaniem steroidów anabolicznych.

*Rysunek u góry:* Rzepka (żółte strzałki) i jej przerwany kontakt z piszczelą (naderwanie więzadła właściwego rzepki).

*Rysunek poniżej:* Miejsce naderwania na rysunku anatomicznym (czerwone strzałki oznaczają więzadło właściwe rzepki).

#### **SLAJD 14:**

Nadużywanie SAA powoduje wzmocnienie motywacji do treningu, a co za tym idzie, ryzyko przetrenowania ze wszystkimi szkodliwymi efektami dla układu ruchowego

Znany jest pogląd, że nadużywanie SAA spowoduje oczekiwane efekty, podczas gdy efekty niepożądane, które mogą na początku wydawać się niewidoczne, pojawiają się później i są znacznie bardziej niebezpieczne dla organów wewnętrznych.

Niebezpieczeństwo dla zdrowia wynikające z nadużywania steroidów anaboliczno-androgenicznych ma podłoże androgenne. U mężczyzn występuje przerost gruczołów piersiowych (**stają się bardziej kobiece**), a u kobiet pojawiają się męskie cechy płciowe (**stają się bardziej męskie**).

Dodatkowe efekty niepożądane:

- Zapalenie wątroby, tworzenie się **torbieli wątroby** i uszkodzenie tkanki tłuszczowej to przykłady bezpośrednich uszkodzeń tkanek (*Rysunek a*)
- Trądzik wynikający z nadużywania steroidów jest mniej szkodliwym, ale estetycznie nieprzyjemnym efektem niepożądanym (*Rysunek b*)
- **Zanik jąder** (*Rysunek c*)
- **Ginekomastia** (*przerost gruczołów piersiowych u mężczyzn; Rysunek d*)
- **Zwyrodnienia układu kostnego**
- **Zaburzenia układu krążenia** pojawiają się w związku z niedostatecznym zaopatrzeniem serca w tlen, spowodowanym przerostem mięśnia sercowego bez odpowiedniego przystosowania naczyń krwionośnych. Dodatkowo, występuje redukcja lipoprotein HDL, które ochraniają ściany naczyń krwionośnych oraz wzrost lipoprotein LDL, które niszczą ściany naczyń krwionośnych
- **Obniżenie głosu** (*kobiety*)
- **Pojawienie się zarostu na twarzy** (*kobiety*) / **łysienie** (*mężczyźni*)
- **U niektórych osób nadużywanie SAA mogą spowodować zaburzenia psychiczne**

#### SLAJD 15:

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

#### SLAJD 16:

Hormony i pokrewne substancje to związki wytwarzane w gruczołach wewnątrzwydzielniczych lub wyspecjalizowanych grupach komórek, lub dostarczane do organizmu z zewnątrz, np. w postaci leków. Pełnią one funkcje przekaźników informacji pomiędzy układem hormonalnym i nerwowym a resztą organizmu, **regulując jego funkcje**, np.

- **Erytropoetyna** jest hormonem produkowanym przez nerki, który stymuluje tworzenie się krwinek czerwonych (dokładne wytłumaczenie procesu na kolejnym slajdzie).
- **Hormon wzrostu** jest hormonem produkowanym przez przysadkę mózgową lub wytwarzanym w wersji rekombinowanej dzięki inżynierii genetycznej, stymulującym wzrost .

- **Insulinopodobny czynnik wzrostu** jest polipeptydem podobnym w strukturze do insuliny wydzielanej albo podczas rozwoju płodowego albo w dzieciństwie. Pośredniczy w anabolicznym i mitogennym działaniu hormonu wzrostu.
- **Mechaniczny czynnik wzrostu** to subkategoria insulinopodobnego czynnika wzrostu.
- **Gonadotropina kosmówkowa** jest glikoproteinowym hormonem, który można odnaleźć we krwi oraz moczu ciężarnych kobiet; jej obecność w badaniach pozwala stwierdzić ciążę. Ponadto jest także produkowana przez komórki niektórych nowotworów (np. jąder). W medycynie używa się jej do wywoływania owulacji lub do leczenia hipogonadyzmu i wnetrostwa.
- **Insulina** jest hormonem białkowym produkowanym w trzustce. Jest niezbędna do metabolizmu węglowodanów, tłuszczów i białek, reguluje poziom cukru przez ułatwianie wnikania glukozy do tkanek, przez pobudzanie jej przemiany w glikogen, kwasy tłuszczowe i trójglicerydy, oraz poprzez uwalnianie glukozy z wątroby. Jej niedobór powoduje cukrzycę.
- **Kortykotropina** (ACTH, hormon adrenokortykotropowy) to hormon białkowy wytwarzany przez przedni płat przysadki. Stymuluje korę nadnerczy do syntezy i wydzielania kortykosteroidów. Jest używana w leczeniu choroby reumatycznej.

#### SLAJD 17:

Skrót EPO oznacza **erytropoetynę**, czyli hormon wytwarzany głównie w nerkach, który to **stymuluje syntezę erytrocytów**. Erytrocyty **dostarczają tlen do komórek**.

Cykl powstawania czerwonych krwinek jest kontrolowany przez wysycenie krwi tlenem, które jest „mierzone” na bieżąco przez receptory. Zmniejszona zawartość tlenu (hipoksja) wywołuje produkcję EPO, w następstwie czego tworzą się krwinki czerwone.

Możliwa jest interwencja w ten proces poprzez zewnętrzne dostarczenie EPO, a przez to zwiększenie produkcji czerwonych krwinek nawet bez treningu.

Erytropoetyna używana jest **w medycynie do leczenia** anemii związanej np. z przewlekłą niewydolnością nerek, nowotworami czy AIDS.

*Rysunek:* Erytropoetyna jest produkowana przez komórki nerkowe i wydzielana do krwi. Stymuluje produkcję krwinek czerwonych w szpiku kostnym.

#### SLAJD 18:

Erytropoetyna stymuluje produkcję **krwinek czerwonych** (zwanymi erytrocytami) w szpiku kostnym, które są odpowiedzialne za dostarczanie tlenu. Tlen jest niezbędny

dla fizjologicznych funkcji ludzkiego organizmu. W szczególności mięśnie potrzebują zwiększonej ilości tlenu do **zapewnienia wzrostu wydolności**. W konsekwencji kolarze, biegacze długodystansowi lub narciarze biegowi często nadużywają EPO dla **zwiększenia dotlenienia tkanek**.

**Dozwoloną i bezpieczną opcją zwiększenia wydolności**, a dokładniej – zdolności wiązania tlenu przez hemoglobinę, jest **trening wysokościowy**. W związku z fizyczną budową atmosfery w górach, następuje stymulacja syntezy czerwonych krwinek w organizmie.

*Rysunek:* U fińskiego narciarza Eero Mäntyranty stwierdzono mutację receptora erytropoetyny, skutkującą znacznie zwiększoną liczbą czerwonych krwinek, co zapewniało mu ponadprzeciętną wytrzymałość. W latach 60-tych XX wieku zdobył 7 medali olimpijskich.

#### SLAJD 19:

Erytropoetyna używana jest **w medycynie do leczenia** anemii (spowodowanej niedostatkami krwinek czerwonych, hemoglobiny lub małą objętością krwi). Stosuje się ją u osób z niewydolnością nerek, nowotworami, AIDS oraz krytycznie chorych.

*Rysunek:* Hipoksja – niedobór tlenu w tkankach. W konsekwencji organizm ludzki zaczyna produkować erytropoetynę, co prowadzi do wzrostu syntezy erytrocytów – z kilkudniowym opóźnieniem.

#### SLAJD 20:

Erytropoetyna (EPO), zarówno w formie naturalnej dla organizmu ([h]EPO) jak i produkowana dzięki technologii genetycznej ([rh]EPO), nie daje efektów niepożądanych, które byłyby bezpośrednio związane z jej strukturą. Wszelkie efekty niebezpieczne dla zdrowia związane są z procesem tworzenia się czerwonych krwinek, prowadzącym do wzmożonej **lepkości** krwi. W związku z tym, nadużywanie EPO prowadzi do zwiększenia ryzyka wystąpienia nadciśnienia tętniczego, zaburzeń zatorowo-zakrzepowych w naczyniach płuc, mózgu i serca, które mogą doprowadzić do zawału lub udaru.

**Nadużywanie EPO może być poważnym zagrożeniem dla życia!**

*Rysunek:* po lewej stronie rysunku można zobaczyć prawą komorę, a po prawej lewą patologicznie powiększonego serca; zawał zaznaczony jest strzałkami.

## SLAJD 21:

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

## SLAJD 22:

**Beta-receptory** są grupą receptorów obecnych na powierzchni niektórych organów i tkanek. Są to strukturami białkowymi lub białkowo-tłuszczowymi, które są odbiorcami bodźców przekazywanych **za pomocą układu nerwowego współczulnego. Pośredniczą w takich czynnościach fizjologicznych**, jak: rozszerzenie naczyń, rozkurcz oskrzeli oraz przyspieszona akcja serca.

**Beta-blokery** są grupą leków blokujących czynność beta-receptorów w celu zmniejszenia akcji serca i siły skurczu, przez co obniżają ciśnienie krwi. Z tego powodu są często stosowane w leczeniu chorób serca.

*Rysunek:* Beta-blokery są stosowane głównie doustnie, mogą być jednak podawane dożylnie. Dobrze wchłaniają się z przewodu pokarmowego. Niektóre z nich ulegają znacznemu metabolizmowi w wątrobie. Po dotarciu wraz z krwią do serca – blokują w nim beta-receptory.

## SLAJD 23:

Beta-blokery nie mają bezpośredniego działania polepszającego wyniki sportowe. Są zabronione w kilku sportach, takich jak łucznicтво czy sporty samochodowe. Po ich zażyciu można zaobserwować **zwolnienie akcji serca, zmniejszenie pobudzenia, strachu i drżenia rąk, co prowadzi do ogólnego uspokojenia.**

*Rysunek:* Normalna odpowiedź organizmu na ekstremalny stres poprzez aktywowanie mechanizmu “walka-lub-ucieczka” (fight-or-flight), tj: wyrzut adrenaliny do krwi i w konsekwencji wzmożona akcja serca oraz nagły przypływ energii i siły.

- Podczas sytuacji stresowej współczulny układ nerwowy stymuluje gruczoły nadnercza do produkcji adrenaliny.
- Adrenalina płynie z krwią do serca.
- Adrenalina aktywuje receptory serca.
- Dochodzi do przyspieszenia akcji serca,
- Po zastosowaniu beta-blokerów wnikają one do systemu krwionośnego, przedostają się do serca i nie pozwalają adrenalinie oddziaływać na beta-receptory w komórkach sercowych.
- Akcja serca pozostaje bez zmian.

#### SLAJD 24:

Biomedyczne efekty niepożądane stosowania beta-blokerów:

- **Bradykardia** – zwolnienie akcji serca
- **Zmniejszenie kurczliwości serca** i zwolnienie jego czynności **może doprowadzić do znacznego obniżenia ciśnienia krwi pomimo tendencji skurczu naczyń krwionośnych**
- **Halucynacje, w tym halucynacja słuchowa (akoasmata)**
- **Zaburzenia snu**
- **Skurcz oskrzeli**
- **Depresja**
- **Znużenie lub zmęczenie**

#### SLAJD 25:

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

#### SLAJD 26:

**Beta agoniści** (inaczej beta-sympatomimetyki) **stymulują beta-receptory**, np. beta-2-sympatomimetyki pobudzają receptory beta, które znajdują się w oskrzelach.

**W medycynie używa się** beta-2 agonistów w leczeniu **astmy**.

Sportowcy z astmą, lecący się lekami z tej grupy, muszą zwracać uwagę na konieczność uzyskania **TUE (wyłączenie dla celów terapeutycznych)**.

*Rysunek:* Sposób działania beta-2 agonisty na mięśnie gładkie oskrzeli! Skurczony mięsień oskrzelowy, jak w przypadku ataku astmy, może zostać rozkurczony po padaniu beta-2 agonisty.

#### SLAJD 27:

Sportowcy nadużywający beta-2 agonistów wierzą w możliwość poprawienia wytrzymałości (dzięki zwiększonej wydolności oddechowej) lub siły (dzięki wzmożonej syntezie białek – beta-2 agoniści w dużych dawkach mają działanie anaboliczne). Jednak do dzisiaj **nie ma na to naukowych dowodów**,

Jedną z najbardziej znanych zawodniczek zdyskwalifikowanych za stosowanie beta-2 agonistów jest niemiecka sprinterka Katrin Krabbe, która używała klenbuterolu. Klenbuterol był wykorzystywany do tuczu zwierząt hodowlanych, jako środek

zwiększający masę mięśniową i redukujący tłuszcz. Został prawnie zakazany, najpierw do stosowania przez hodowców, później jako środek dopingujący w sporcie.

#### SLAJD 28:

Znane efekty niepożądane w wyniku działania beta-2 agonistów:

- **Zwiększona akcja serca (kołatanie), zaburzenia rytmu serca, podwyższone ciśnienie krwi**
- **Drżenia kończyn, niepokój, ból głowy**
- **Nagle zaczerwienienie, zwł. twarzy**
- **Zaburzenia zachowań u dzieci**
- **Skurcze mięśni i reakcje alergiczne**
- **Podrażnienie gardła i górnych dróg oddechowych (przy stosowaniu preparatów wziewnych)**

#### SLAJD 29:

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

#### SLAJD 30:

Doping krwią jest zabronioną metodą dopingowania i jest **bezpośrednią formą wzmocnienia transferu tlenu** z natychmiastowym efektem zwiększenia ilości krwinek czerwonych. W przeciwieństwie do tej metody, EPO wywołuje tylko wzmożoną syntezę krwinek czerwonych.

Istnieją dwa sposoby dopingowania krwią, stosowane przez sportowców:

- **magazynowanie własnej krwi i późniejsze autotransfuzje**
- **transfuzje krwi od wyselekcjonowanych dawców**

Efekty fizjologiczne są takie same jak nadużywanie EPO, tj:

- wzrost ilości krwinek czerwonych
- wzrost możliwości dostarczania tlenu

Krew używana jest **w medycynie w przypadku dużych ubytków krwi.**

## SLAJD 31:

Więcej czerwonych krwinek to więcej dostarczonego tlenu, tym samym **lepsza wydolność!** Efekty są takie same jak przy nadużywaniu EPO, ale bez bezpośrednich konsekwencji.

*Rysunek:* Znaczący wpływ transfuzji krwi na wydolność można zaobserwować na następującym przypadku, pokazującym **czas przebiegnięcia 10 km po transfuzji, w porównaniu z placebo.**

Grupa 1: żadnych efektów po zastosowaniu placebo, ale znaczący efekt po transfuzji krwi – czas przebiegnięcia dystansu zmniejszył się.

Grupa 2: czas przebiegnięcia 10 km zmniejszył się natychmiast po transfuzji krwi. Efekt utrzymywał się przez 13 dni po transfuzji czerwonych krwinek, dlatego też był stale obecny po transfuzji placebo.

Oryginalny abstrakt: Brien & Simon (1987): JAMA 257(20): 2761-2765.

### **Skutki transfuzji krwinek krwi na czas przebiegnięcia 10 kilometrów**

Celem pracy było zbadanie wpływu transfuzji 400 ml krwinek czerwonych (RBC) na czas przebiegnięcia dystansu 10 km (wpływ na częstość akcji serca, hematokryt, 2,3-difosfoglicerynian i prężność tlenu przy 50% wysyceniu hemoglobina). Sześciu wytrenowanym biegaczom pobrano jednostkę RBC, która była zamrożona do następnej transfuzji. Jedenaście tygodni po drugim pobraniu, biegacze wzięli udział w serii trzech biegów na 10 km na standardowej 400 metrowej bieżni: przed transfuzją, po podaniu 100 ml roztworu soli i po autotransfuzji 400 ml wcześniej zamrożonych krwinek czerwonych (RBC). Wszyscy wzięli udział w tej podwójnie ślepej próbie z placebo. Notowano czas przebiegnięcia każdych 400 m i pobierano krew przed każdym kolejnym testem. Dane były opracowywane przy zastosowaniu analizy wariancji. Wyniki pokazały znamienne podwyższoną wartość hematokrytu, znacząco krótszy czas przebiegnięcia, nieistotne statystycznie obniżenie częstości akcji serca (10 uderzeń na minutę), oraz żadnych znaczących zmian w 2,3-difosfoglicerynianie i w prężności tlenu przy 50% wysyceniu hemoglobina. Erytrocytemia spowodowana autotransfuzją 400 ml czerwonych krwinek efektywnie wpłynęła na skrócenie czasu pokonywania 10 km dystansu, prawdopodobnie dzięki zwiększonej dostawie tlenu do pracujących mięśni.

## SLAJD 32:

Biomedyczne efekty niepożądane są podobne do nadużywania EPO.

- Doping krwią powoduje podwyższenie ciśnienia krwi i **wzrost ryzyka nadciśnienia i zakrzepicy.**

- Transfuzje krwi niosą za sobą ryzyko wystąpienia alergii, licznych powikłań poprzetoczeniowych, w tym m.in. wystąpienie ciężkich infekcji, jak również możliwość zapalenia wątroby lub zakażenia wirusem HIV.

### SLAJD 33:

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

### SLAJD 34:

**Środki zwiększające objętość osocza** należą do grupy czynników maskujących z *Listy zabronionej*. **Zwiększając objętość plazmy powodują zmniejszenie wartości hematokrytu**. Używane są w nagłych przypadkach **utrąty krwi lub rozległych oparzeniach**.

*Definicja hematokrytu:* Stosunek objętości krwinek czerwonych do objętości krwi wyrażony w procentach.

*Rysunek:* Ludzka krew może być rozdzielona na osocze (kolor żółty) i komórki krwi (kolor czerwony). **Żółta** część cieczy składa się z **wody** i rozpuszczonych w niej elementów tj: **białek** (takich jak albuminy, fibrynogen, i globuliny), **elektrolitów** (sód i chlor), cukrów (glukoza), tłuszczów (cholesterol i trójglicerydy), produktów przemian metabolicznych (mocznik), aminokwasów, hormonów i witamin. Część **czerwona** składa się z komórek, tj: erytrocytów, leukocytów, itp.

### SLAJD 35:

Środki zwiększające objętość osocza są nadużywane przez sportowców w celu kompensacji wysokiego hematokrytu poprzez **zmniejszenie gęstości krwi**. Wzrost hematokrytu może nastąpić po przedawkowaniu EPO i wtedy środki zwiększające objętość osocza mogą być używane do „ukrycia” skutków stosowania dopingu. Inny aspekt to bilansowanie utraty płynów u zawodników szczególnie **sportów wytrzymałościowych**, która prowadzi do zmniejszania objętości krwi,.

*Rysunek:* Efekt nadużywania środków zwiększających objętość osocza przedstawiony jest na tym rysunku

- Lewa kolumna: Skład krwi przed użyciem środka zwiększającego objętość osocza, z powiększonym hematokrytem.
- Prawa kolumna: Skład krwi po użyciu środka zwiększającego objętość osocza, z pomniejszonym hematokrytem.

Ilość krwinek (czerwona kolumna) pozostaje ta sama (porównaj lewą kolumnę z prawą). Tylko ilość osocza (żółta kolumna) jest zwiększona tak, że stosunek między objętością krwinek czerwonych a objętością pełnej krwi (hematokryt) jest zmniejszony pod wpływem użycia środka zwiększającego objętość osocza.

#### SLAJD 36:

Biomedyczne efekty niepożądane stosowania środków zwiększających objętość osocza mogą być następujące:

- **Reakcje alergiczne takie jak swędzenie**
- **Zawroty głowy**
- **Objawy astmatyczne**
- **Zapaść krążeniowa**

#### SLAJD 37:

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

#### SLAJD 38:

Diuretyki są produktami, które **pomagają eliminować wodę z organizmu**. Wpływają na funkcjonowanie nerek prowadząc do wzmożonego wydzielania, utraty wody i redukcji wagi. Powodują **utratę wody poprzez częściowe paraliżowanie reabsorpcji wody**, np. **wzrasta ilość oddawanego moczu**. Efekty takie można osiągnąć w przeciągu kilku godzin. Mocne diuretyki mogą spowodować oddanie około 6 litrów moczu dziennie.

W medycynie diuretyki stosuje się do leczenia **nadciśnienia, wad serca oraz marskości wątroby**.

#### SLAJD 39:

Nie można oczekiwać polepszenia wyników po stosowaniu diuretyków. Są nadużywane do **szybkiej redukcji wagi**, która umożliwia start w zawodach w niższej kategorii wagowej. Są także używane do **rozcieńczania próbek moczu** i dzięki temu **maskowania użycia innych substancji dopingujących**.

Diuretyki są także bardzo popularne **w kulturystyce**. Celem jest przede wszystkim **poprawienie „rzeźby” mięśni** dzięki utracie wody.

Dunker i wsp. (2001): Anaesthetist, 50(7): 500-505:

### **Udar cieplny. Śmierć 23-letniego sportowca w przebiegu niewydolności wielonarządowej spowodowanej hipertermią.**

Przypadek 23-letniego wioślarza, który dostał udaru cieplnego. Zawodnik próbował zmniejszyć masę ciała o 2 kg biegając przez zawodami. Rozwój choroby nastąpił z powodu nieodpowiedniego do warunków atmosferycznych ubrania, które sportowiec miał na sobie w celu wzmoczenia pocenia. Maksymalna temperatura wynosiła ok. 43°C. W konsekwencji pacjent dostał gwałtownej wielonarządowej niewydolności z ustaniem funkcji wątroby, nerek, rozległym rozpadem mięśni poprzecznie prążkowanych oraz zespołem wykrzepiania wewnątrznaczyniowego (DIC). Dodatkowo, stwierdzono u niego wysięk do osierdzia i ostrą niewydolność oddechową (ARDS). Pomimo intensywnej opieki i wielu transfuzji krwi, hemodializy i podawania wziewnie podtlenku azotu, sportowiec zmarł 48 godzin po trafieniu na oddział intensywnej terapii. Ten tragiczny przypadek pokazuje niebezpieczeństwo powszechnej praktyki zmniejszania masy ciała poprzez intensywne ćwiczenia w nieodpowiednim ubraniu. W artykule przedstawiono metody zapobiegania, potencjalne ryzyko, objawy i terapię udaru cieplnego.

#### **SLAJD 40:**

Niebezpieczeństwem dla zdrowia związanym ze stosowaniem diuretyków jest **zaburzenie równowagi wodno-elektrolitowej** prowadzące do **odwodnienia i zmiany w składzie elektrolitów**. Dodatkowe działania niepożądane:

- **utrata minerałów**
- **skurcze mięśni i choroby nerek**
- **impotencja**
- **zaburzenia cyklu miesięczkowego**

#### **SLAJD 41:**

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

#### **SLAJD 42:**

Substancje pobudzające, takie jak amfetamina, efedryna lub kofeina, zostały jako pierwsze umieszczone na liście środków dopingujących (w 1967 roku). Ta grupa substancji zawiera różne środki, zarówno naturalne i ich pochodne, jak również wytwarzane sztucznie (syntetyczne). Stymulanty to substancje zewnątrzpochodne działające na centralny układ nerwowy poprzez stymulację uwalniania różnych

przebieżników. Substancje te zwiększają wydolność serca, przyspieszają oddech oraz wpływają na funkcje mózgowie i mogą prowadzić do euforii.

Ich odpowiednikami w organizmie ludzkim są adrenalina i noradrenalina. Te substancje endogenne zwiększają metabolizm.

Stymulanty są używane w leczeniu, np. w celu rozszerzenia mięśni gładkich oskrzeli lub zmniejszenia przekrwienia błon śluzowych górnych dróg oddechowych, co prowadzi do zmniejszenia obrzęków i łagodzi stan zapalny.

*Rysunek:* Neurony składają się z ciała komórki oraz wypustek cytoplazmatycznych takich jak dendryty i akson, za pomocą których wytwarzają połączenia z innymi neuronami bądź komórkami efektorowymi (wykonawczymi). Połączenie między komórkami nerwowymi zwane jest synapsą – tam atakuje stymulant! Stymulanty prowadzą do wzmożenia uwalniania przebieżników.

#### **SLAJD 43:**

Stymulanty to substancje psychoaktywne działające pobudzająco na mózg i organizm. Nadużywanie ich przez sportowców jest powodowane chęcią osiągnięcia **wzmoczonej czujności, zmniejszenia zmęczenia, zwiększenia agresji i chęci współzawodnictwa wraz z mniejszą wrażliwością na ból. Stymulanty nie powodują bezpośrednio wzrostu wydolności fizycznej.**

Najczęściej używane stymulanty w sporcie to amfetamina, kokaina, efedryna i kofeina.

*Rysunek:* Stan całkowitego wyczerpania jest w „normalnych” okolicznościach (np. w sporcie) nieosiągalny. Istnieją autonomicznie chronione zasoby, które mogą być aktywowane w wyjątkowych okolicznościach. Jednak w przypadku zażywania stymulantów możliwe jest wyczerpanie ostatnich zapasów organizmu!

#### **SLAJD 44:**

Stymulanty prowadzą do stłumienia strachu bądź wyczerpania. Ich efekt jest tak silny, że sportowiec nie zdaje sobie sprawy z tego, jak jest wyczerpany. Zdarzyły się przypadki wyczerpania prowadzącego do śmierci, szczególnie we współzawodnictwie wyższego szczebla. Skutkiem przedłużonego wysiłku może być odwodnienie lub hipertermia.

Biomedyczne efekty niepożądane zażywania stymulantów to z jednej strony rozwój **psychologicznych zaburzeń takich jak uzależnienie lub depresja, lub z drugiej strony:**

- **zaburzenia termoregulacji**

- **utrata apetytu, bezsenność**
- **halucynacje**
- **drżenia, niepokój, zdenerwowanie, zwiększone napięcie**
- **arytmia serca**

W związku z wywoływaniem euforii, stymulanty są nadużywane zarówno w świecie sportu, jak i poza nim!

#### SLAJD 45:

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

#### SLAJD 46:

Suplementy odżywcze to grupa substancji, które zarówno **naturalnie występują w organizmie ludzkim**, jak również są dostarczane z codzienną dietą. Są to m.in. **glukoza, minerały, witaminy czy mikroelementy**. Te substancje są **istotne dla wzrostu i rozwoju** organizmu wielokomórkowego, jakim jest np. ciało ludzkie. Preparaty zawierające takie suplementy zazwyczaj składają się z kilku składników, a powodem ich **zażywania w celach medycznych** jest **deficyt w organizmie**, spowodowany niewłaściwym odżywianiem lub chorobą.

Innymi powodami, dla których ludzie zażywają suplementy odżywcze są: promowanie zdrowia, redukcja ryzyka zachorowań i kontrolowanie wagi ciała. Większość suplementów nie jest zabroniona i nie ma ich na „Liście substancji i metod zabronionych”.

#### SLAJD 47:

Suplementy dietetyczne mogą być konieczne **dla niektórych sportowców, np. gdy potrzebna jest zwiększona ilość kalorii niemożliwa do zapewnienia normalną, dzienną dietą** (np. u uczestników Tour de France itp.)

Szczególnie ważne są **witaminy z grupy B** oraz **minerały**, takie jak jod, cynk i częściowo żelazo, które są tracone z potem.

Niemniej jednak, dobrze zbalansowana dieta jest lepsza niż przyjmowanie jakichkolwiek suplementów. Ponadto należy brać pod uwagę ilość zażywanych suplementów, aby uniknąć efektu przedawkowania.

#### SLAJD 48:

Z zażywaniem suplementów ożywczych (np. w postaci odżywek) może być związane ryzyko pozytywnego wyniku testów antydopingowych, wynikające z zastosowania preparatów zanieczyszczonych środkami dopingującymi. Z reguły są to związki, które nie są deklarowane przez producenta jako składnik danej odżywki. **Większość wykrytych substancji dopingujących w zanieczyszczonych preparatach odżywek stanowiły środki anaboliczne.**

Wielu sportowców używa suplementy bez wiedzy o ich efektach niepożądanych i rekomendowanych dawkach. W obliczu ogromnego rynku suplementów (około 12 miliardów dolarów w USA w 2001 roku) i olbrzymiej sprzedaży odżywek na całym świecie, granica pomiędzy rekomendowanymi dawkami a ich przekroczeniem jest trudna do jednoznacznego określenia.

*Tabela:* Na zlecenie MKOl przebadano ponad 600 preparatów różnych odżywek i stwierdził, że jedna czwarta z nich zawierała substancje dopingujące, takie jak środki anaboliczne.

#### SLAJD 49:

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!

#### SLAJD 50:

Geny to odcinki łańcucha DNA zawierające pewną liczbę nukleotydów, których sekwencja stanowi informację genetyczną, warunkującą syntezę określonych białek lub cząstek kwasu RNA, co w dalszej konsekwencji prowadzi do wykształcenia się określonej cechy organizmu.

Geny zawierają informacje np. o białkach budujących mięśnie. Jednym z aspektów **terapii genowej jest usiłowanie wprowadzenia zmian informacji niesionych przez wybrane geny.**

“Lista substancji i metod zabronionych” z 2008 roku definiuje doping genetyczny jako „*nieterapeutyczne używanie komórek, genów, elementów genetycznych do zwiększenia wydolności sportowców*”.

*Rysunek:* Idea terapii genowej oparta jest na wszczepianiu zmodyfikowanych genów do komórek, które dzięki temu mogą syntezować poprawione / nowe białka, co może prowadzić do uleczenia bądź złagodzenia objawów choroby.

Cel medyczny terapii genowej to poprawienie wadliwych genów, które są odpowiedzialne za rozwój chorób dziedzicznych. Problemem stało się nadużywanie takiej terapii do celów sportowych.

#### SLAJD 51:

Skoro modyfikacja wadliwych genów jest możliwa, wydaje się, że stąd niedaleko już do modyfikacji genów mięśniowych w celach dopingowych. Prawdopodobne cele nadużywania tego proceduru w sporcie to:

- wzmożona produkcja EPO w celu zwiększenia wydolności (przypadek narciarza Eero Mäntyranty)
- **stymulacja specyficznych** czynników wzrostu mięśni dla **zwiększenia siły i prędkości**

*Rysunek po lewej:* dziecko z mutacją genu miostatyny – w wieku 6 dni i 7 miesięcy. Chłopiec wydawał się niezwykle muskularny, z wyraźnymi mięśniami ud i ramion. W wieku 4 i pół roku miał zwiększoną masę mięśniową i siłę. W pozycji horyzontalnej z rozszerzonymi ramionami mógł utrzymać 3 kilogramowy dzwon.

Schuelke et al. (2004) N Engl J Med. 350: 2682-2688/

*Rysunek po prawej:* tak zwana “Belgian Blue” – krowa z mutacją genetyczną, z wyraźnie widoczną zwiększoną masą mięśniową.

Niemniej jednak, nadużywanie terapii genowej w sporcie i ewentualnie skala tego zjawiska nie jest obecnie znana.

#### SLAJD 52:

Brak kontroli nad genem wprowadzonym do komórek organizmu jest głównym problemem terapii genowej. Wszelkie oczekiwane efekty nie muszą zostać spełnione ze względu na różnorodność mechanizmów regulacji ekspresji wprowadzonych genów.

Rezultaty badań klinicznych terapii genowej wykazują, że w jej wyniku mogą pojawić się takie problemy, jak: nowotwory, niewydolność narządów lub inne przypadki zagrażające życiu.

Inne biomedyczne efekty niepożądane nie są całkowicie znane w związku z brakiem badań i publikacji. Tak więc terapia genowa nie jest w pełni kontrolowana!

**SLAJD 53:**

Streszczenie i słowa kluczowe do zapamiętania!