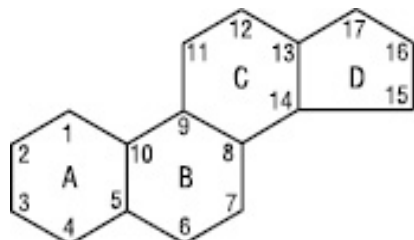


## Загальна характеристика стероїдів

*Стероїди* (грец. *steros* – твердий + *eidos* – вигляд) – клас органічних сполук, в основі структури яких лежить циклопентанпергідрофенантрен, або стеран. Ця система складається з трьох конденсованих циклогексанових кілець (А, В та С) і циклопентанового кільця D.



Стеран

З точки зору стереохімії стеран може існувати у трьох просторових конфігураціях кілець А, В, С і D: група 5  $\alpha$  має орієнтацію цис-транс-транс; група 5  $\beta$  – стероїди з конфігурацією транс-транс-транс; група кардіостероїдів з цис-транс-цис розташуванням кілець, що відрізняє аглікони серцевих глікозидів від інших природних стероїдів, в яких кільця С/D займають транс-положення.



Цис-транс-транс



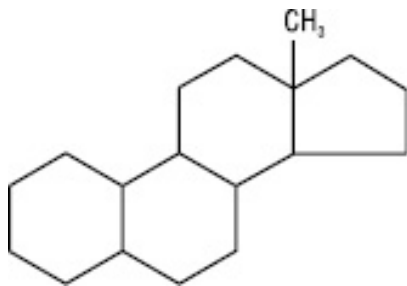
Транс-транс-транс



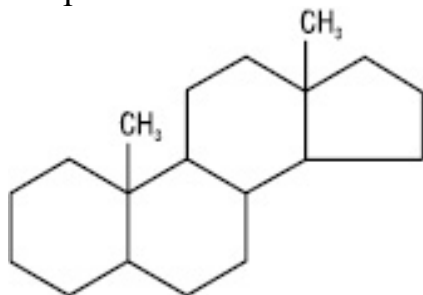
### Цис-транс-цис

Стероїди – речовини тваринного чи рослинного походження з високою біологічною активністю. Стероїди утворюються у природі з ізопреноїдних попередників. Особливістю будови стероїдів є наявність конденсованої тетрациклічної системи гонану. Ядро гонану у стероїдах може бути насиченим чи частково насиченим, містити алкільні й деякі функціональні групи – гідроксильні, карбонільні чи карбоксильну.

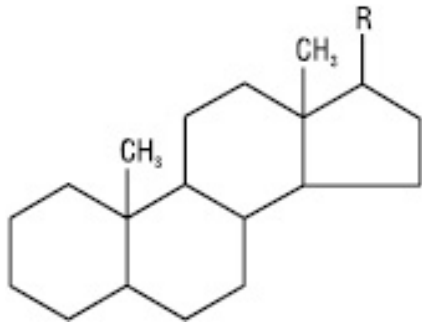
Подібно до інших ізопреноїдів, біосинтез стероїдів відбувається з ацетил-КоА через мевалонову кислоту, з якої утворюються ізопренові фрагменти. Загальний біогенетичний попередник стероїдів – сквален; епоксид останнього циклізується, окиснюється з подальшим відщепленням декількох атомів вуглецю й перетворюється на ланостерол у тварин або циклоартедол у рослин. Основна маса стероїдів знаходиться в мітосомах (мембранах ендоплазматичного ретикулуму) і в мітохондріях. Різні види стероїдів широко розповсюджені в природі і зустрічаються в мікроорганізмах, рослинах і у тварин. Більшість стероїдів містить  $-CH_3$ -групи в положеннях С-10 і С-13,  $-OH$ -групу (або кетогрупу) біля атома С-3 і бічний ланцюг – у С-17. Залежно від характеру замісників біля С-17 і наявності  $-CH_3$ -груп розрізняють похідні естрану, андростану, прегнану, холану та холестерану.



Естран



Андростан



Прегнан –  $R=CH_2CH_3$ ;

холан –  $R=CH(CH_3)CH_2CH_2CH_3$ ;

холестан –  $R=CH(CH_3)(CH_2)_3CH(CH_3)_2$

Стероїди – порівняно неполярні (гідрофобні) сполуки. Завдяки окремим полярним групам, гідрокси- чи оксогрупі вони можуть виявляти амфідільні властивості. Найбільше ці властивості виражені в солях жовчних кислот. Майже всі стероїди – кристалічні речовини, оптично активні, краще розчиняються в органічних сполуках, ніж у воді. Характерною особливістю вторинних спиртів групи C27–C29 тваринного або рослинного походження є їх існування у кристалічному вигляді з Тпл у межах 100–200 °С.

До стероїдів належать стероли; жовчні кислоти та жовчні спирти містять карбоксильну або гідроксильну групу в бічному ланцюгу, сприяють перетравлюванню їжі в кишечнику хребетних; сигнальними речовинами, які регулюють обмін речовин, ріст і репродуктивні функції організму, є стероїдні гормони, зокрема статеві гормони (прогестерон, андрогени, естрогени) і кортикостероїди (гормони кори надниркових залоз), подібні сигнальні стероїди зустрічаються в рослинах; стероїдні сапогеніни характерні для рослин родин лілійних, пасльонових, ранникових, діоскорейних, агавових та інших, у вигляді глікозидів вони проявляють поверхнево-активні й гемолітичні властивості; кардіостероїди – геніни серцевих глікозидів, які містять у C-17 ненасичений п'ятичленний (карденоліди) або шестичленний (буфадієноліди) лактонний цикл, проявляють кардіотонічну дію; стероїдні алкалоїди; вітаміни групи D є ненасиченими похідними стеринів, які беруть участь у регуляції обміну кальцію й формуванні скелета у хребетних; ектистероїди – більш рання щодо еволюції форма похідних холестерану, до яких належать ектизони, або гормони линяння комах, що посилюють процеси білкового обміну, мають психостимулюючу та адаптогенну дію. Стероїдними лактонами рослинного походження є вітаноліди та брасиноїди; деякі стероїди амфібій та голкошкірих є досить сильними нервово-паралітичними отрутами (батрахотоксин, буфотоксин з групи буфадієнолідів, гонотурин А).

Досить популярними наразі є анаболічні стероїди, що являють собою групу лікарських засобів. Їх використання спортсменами досягло епідемічного розмаху.

*Анаболічні стероїди* користуються великою популярністю серед спортсменів, оскільки вони проявляють ефекти, аналогічні ефектам природного чоловічого полового гормону - тестостерону.

Тестостерон в організмі проявляє два основних ефекти: андрогенний та анаболічний, які найбільшою мірою виявляються у хлопчиків у період полового дозрівання. Андрогенні зміни проявляються в таких вторинних половых ознаках, як ріст волосся по чоловічому типі, огрубіння голосу й завершення розвитку половых залоз. Анаболічні зміни торкаються росту й розвитку багатьох тканин організму, і найбільш вираженою зміною в пубертатному періоді є швидкий приріст м'язової маси.

Анаболічні стероїди на цілком законних підставах використовуються в медицині. Їхнє застосування може сприятливо впливати на лікування деяких форм анемії й остеопорозу, а також слугувати засобом попередження м'язової дистрофії при деяких захворюваннях.

Фізіологічні й психологічні ефекти. Спортсмени можуть приймати анаболічні стероїди з різних причин, як фізіологічних, так і психологічних. Однак у день змагань вони приймають стероїди не для одержання гострого ефекту, а використовують їх як атрибут у своєму тренувальному процесі протягом декількох місяців до змагань. У цьому випадку стероїди призначаються для забезпечення анаболічного ефекту як перед тренувальними впливами, так і після них.

Сьогодні застосування анаболічних стероїдів значною мірою має під собою фізіологічну основу (хоча мотивації для цього можуть носити зовсім інший характер), що полягає у прагненні збільшити м'язову масу для поліпшення фізичних можливостей або підвищення спортивного результату.

Однак анаболічні стероїди здатні також стимулювати продукцію еритроцитів, у зв'язку із чим вони можуть становити певний інтерес для спортсменів, що тренуються в розвитку аеробної витривалості, як засоби, що сприяють поліпшенню перенесення кисню до м'язів. Крім того, анаболічні стероїди обумовлюють більш швидке протікання відбудовних процесів після напружених фізичних навантажень, у зв'язку із чим вони можуть потрапити у сферу уваги представників різних видів спорту.

Один з ергогенних ефектів анаболічних стероїдів - підвищена дратівливість і агресивність. Ці фізіологічні зміни дозволяють спортсменам тренуватися більш інтенсивно й ширше розвивати свої функціональні можливості.

Цілком очевидно, що анаболічні стероїди можуть сприяти приросту м'язової маси, але чи можуть вони сприяти збільшенню м'язової сили?

У більш ніж 50 % проведених лабораторних умовах дослідженнях була виявлена ефективність використання анаболічних стероїдів для прояву силових показників та появи показників міцності.

Хоча анаболічні стероїди й можуть сприяти збільшенню продукції еритроцитів у хворих з деякими різновидами анемії, все-таки вони не проявляють ефекту в людей з нормальним їхнім рівнем. Крім того, як було показано в декількох роботах, застосування стероїдів не впливає на показники МПК та аеробної витривалості. Не було отримано підтверджень і щодо їхнього сприятливого впливу на швидкість протікання відновних процесів у бігунів на довгі дистанції в період виконання ними значних тренувальних навантажень.

Імовірність ризику для здоров'я, пов'язаного із застосуванням анаболічних стероїдів, ґрунтується на результатах спостережень за пацієнтами, які застосовували ці препарати протягом багатьох років. Часто можливість прояву негативних наслідків застосування анаболічних стероїдів ігнорується спортсменами, які помилково вважають, що їх це омине. Однак останні дані свідчать про те, що в осіб, що самостійно приймала стероїди, виникають серйозні проблеми зі здоров'ям. Деякі з них несуттєві й не вимагають проведення лікувальних заходів, у той час як інші є небезпечними.

Анаболічні стероїди впливають на зовнішні ознаки, які, хоча й не становлять небезпеки для здоров'я, можуть викликати в деяких людей відчуття дискомфорту. До таких змін належать: поява вугрів, запальні зміни сальних залоз, облісіння, ріст волосся на тілі, накопичення води в організмі, збільшення грудних залоз у дорослих чоловіків і дітей обох статей, а в дорослих жінок - зменшення їхніх розмірів, а також збільшення клітора й огрубіння голосу. Проявляються помірні зміни властивостей особистості, як, наприклад, підвищення агресивності. Однак, відповідно до деяких повідомлень, в окремих людей агресивність і ворожість набувають вираженого характеру.

Найбільш серйозні проблеми зі здоров'ям, викликані застосуванням стероїдів, пов'язані з ушкодженням печінки й розвитком коронарної недостатності. Деякі побічні ефекти цих засобів підвищують ймовірність передчасного розвитку атеросклерозу - головної причини коронарної недостатності й інфаркту міокарда. Стероїди можуть обумовити накопичення рідини й натрію в організмі й тим самим призвести до підвищення кров'яного тиску, що є провідним чинником ризику при атеросклерозі.

*Стероли (стерини)* – це високомолекулярні циклічні спирти, що у вільному стані або у вигляді складних ефірів містяться в організмі людини, більшості тварин і рослин. Усі стерини містять  $\beta$ -гідроксильну групу при С-3 і один чи кілька подвійних зв'язків у кільці В та бічному ланцюзі при С-17. У молекулах стеринів відсутні карбоксильні й карбонільні групи. Вільні стероли та їх похідні входять до складу клітинних мембран усіх організмів (за винятком бактерій) та використовуються для утворення фізіологічно активних речовин. Найпоширенішими з тваринних стеролів, з яких утворюються жовчні кислоти, є гормони кори надниркової залози та статеві гормони. Рослинні стероли (фітостерини) за хімічною будовою дещо відрізняються від тваринних. До них належать ситостероли і стигмастерол, що є в рослинних жирних оліях. Серед групи ситостеролів найважливішим є малотоксичний  $\beta$ -ситостерол. Він перешкоджає згортанню холестеролу у крові, має протизапальну та противиразкову дію, у вільному стані та у вигляді глікозидів міститься у фітопрепаратах з коренів кропиви (*Radices Urticae*) і насіння гарбуза (*Semina Cucurbitae*), які застосовують при запаленні передміхурової залози. У дріжджах і грибах міститься ергостерол, після УФ-опроміювання він перетворюється на кальциферол (вітамін D2).

Стероли застосовують у медицині, ветеринарії та тваринництві. Наразі освоєні хімічні та мікробіологічні технології напівсинтезу стероїдних гормонів із природної сировини (стеринів, жовчних кислот, сапонінів, глікоалкалоїдів), а

також методи їх повного хімічного синтезу. Велике значення має синтез штучних стероїдних гормонів із спеціалізованою фізіологічною дією (контрацептивною, анаболічною і т.д.). Фармацевтична промисловість випускає велику кількість препаратів на основі серцевих глікозидів, стероїдних сапонінів, стероїдних алкалоїдів, екдистероїдів та ін.



### *Контрольні запитання і завдання*

1. Що являють собою стероїди? Яка їх будова?
2. Біологічна активність стероїдів та їх представники?
3. Що являють собою анаболічні стероїди, які їх ефекти на організм та чим вони небезпечні для здоров'я людини?
4. Що являють собою стероли?