

# ВІКОВІ ЗМІНИ СУГЛОБІВ:

що змінюється з роками

Старіння організму є складним багатофакторним процесом, який супроводжується структурними та функціональними змінами в усіх тканинах, зокрема в опорно-руховій системі.

Суглоби — це високоспеціалізовані анатомічні структури, що забезпечують рухливість, амортизацію та розподіл навантаження між кістками. З віком відбувається поступове порушення гомеостазу суглобового хряща, зміни в субхондральній кістці, синовіальній оболонці, зв'язковому апараті та навколосуглобових м'язах.



Вікові зміни суглобів не є тотожними патології, проте вони створюють біологічне підґрунтя для розвитку дегенеративних захворювань, насамперед остеоартрозу. Розуміння механізмів старіння суглобових тканин має важливе значення для профілактики, ранньої діагностики та терапевтичних стратегій.



## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ХРЯЩА

### Хондроцити (1–5% об'єму тканини)

Основні клітини хрящової тканини, “маленькі фабрики хряща”, що синтезують компоненти міжклітинних речовин (матрикс), контролюють руйнування та регенерацію і підтримують еластичність хряща

### Вода (до 70–80%)

Не просто “рідина”, а сполучна ланка для елементів матриксу, забезпечує в'язкість суглобової рідини, утворює середовище для дифузії поживних речовин та кисню до тканин суглоба

### Позаклітинний матрикс

Структурна “подушка”, яка забезпечує еластичність, стійкість до навантажень, здатність до амортизації. Основні компоненти:

#### Колаген II типу

Міцність, пружність та стійкість хряща до розтягування, формуючи структурний каркас

#### Протеоглікани

Забезпечують міцність і зволоження хряща, створюють гелеподібне середовище для розподілу навантаження та живлення хондроцитів

#### Агрекан

Утримує воду, забезпечуючи високу гідrataцію, амортизацію ударів та стійкість до стиснення

# БІОЛОГІЯ СТАРІННЯ СУГЛОВОВОГО ХРЯЦА

## МАТРИКС

### ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

- Зниження синтезу компонентів матриксу
- Порухена взаємодія клітин і матриксу
- Прискорене руйнування
- Порухений баланс між катаболізмом та анаболізмом

### ЗМЕНШЕННЯ ТОВЩИНИ МАТРИКСУ

Відбувається перебудова шарів хряща зі зміною їхньої мікроструктури. Поверхневий шар стає менш щільним і більш чутливим до тертя. Тканина поступово втрачає здатність підтримувати рівномірну висоту та геометрію суглобової поверхні.

### КАЛЬЦИФІКАЦІЯ

Підвищується активність ферментів, що фрагментують білкові структури міжклітинної речовини. Руйнування відбувається на рівні мікроструктури – пошкоджується організація колагенових волокон і зв'язки між компонентами матриксу. У результаті порушується цілісність його просторової мережі та погіршується структурна стабільність тканини.

### АКТИВІЗАЦІЯ ПРОТЕОЛІЗУ (РОЗЩЕПЛЕННЯ)

З віком у матриксі можуть накопичуватися кристали Ca, що додатково погіршують структуру тканини. Кристали створюють локальні мікротравми під час руху суглоба, стимулюють запалення, впливають на клітинне оточення, змінюючи метаболічну активність хондроцитів.

### ЗМЕНШЕННЯ СИНТЕЗУ АГРЕКАНУ

Агрекан формує об'ємну гідрофільну основу міжклітинної речовини хряща. При зниженні його кількості матрикс втрачає здатність підтримувати оптимальну гідратацію, змінюються його біомеханічні властивості та рівномірність розподілу тиску в тканині.

Позаклітинний матрикс виконує не лише опорну, а й сигнальну функцію. З віком зміна цих сигналів порушує метаболічні процеси, через що хрящ втрачає еластичність, гірше переносить навантаження та стає більш уразливим до мікропошкоджень.

# ХОНДРОЦИТИ

З віком хондроцити зазнають значних змін на клітинному рівні:

- здатність до проліферації знижується - хрящ гірше оновлюється;
- підвищення продукції прозапальних цитокінів - це запускає мікрозапалення в тканинах;
- укорочення теломер - захисні ділянки ДНК на кінцях хромосом, що запобігають їх пошкодженню та злипанню. Вони вкорочуються при кожному поділі клітини, виступаючи біологічним годинником старіння: коли теломери занадто короткі, клітина перестає ділитися і старіє;
- втрачають чутливість до факторів росту (IGF-1, TGF- $\beta$ ), які зазвичай стимулюють синтез матриксу, працюють слабше - клітина просто не реагує на них як раніше;
- окислювальний стрес - активація сигнальних шляхів апоптозу, пошкодження ДНК хондроцитів, стимуляція катаболічних ферментів.

Таким чином, внаслідок вікових змін хондроцити переходять у функціонально менш активний стан, втрачаючи здатність повноцінно підтримувати та оновлювати позаклітинний матрикс хряща.

# ВОДА

## Зміна гідратації

На ранніх етапах дегенерації, вміст води може тимчасово збільшуватися (через дезорганізацію колагенової сітки). На пізніших стадіях: вода втрачається, хрящ втрачає щільність.

## Порушення механіки “стискання-відновлення”

У молодому хрящі при стисканні вода виходить, а при розвантаженні швидко повертається. У старіючому хрящі повернення води уповільнюється, а дифузія поживних речовин погіршується.

З віком водний компонент хряща змінює свою динаміку: здатність швидко відновлювати об'єм після навантаження знижується, що веде до погіршення механічних властивостей і обмеження живлення клітин.

# ВІКОВІ ЗМІНИ ІНШИХ КОМПОНЕНТІВ СУГЛОБА



## СУБХОНДРАЛЬНА КІСТКА

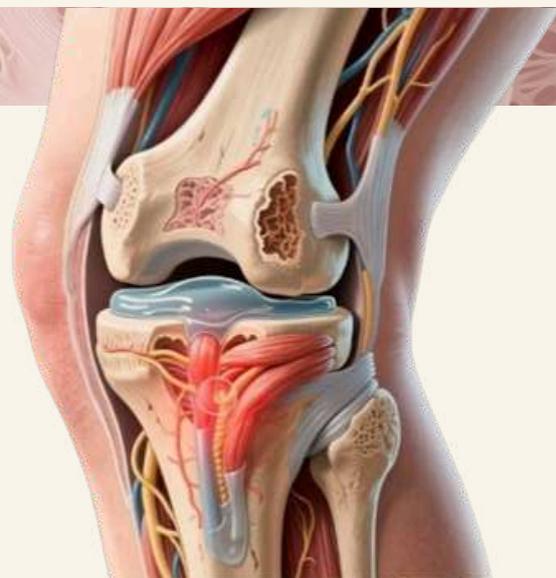
- підвищення мінералізації
- розвиток субхондрального склерозу
- формування мікротріщин
- зміни ремоделювання

Порушення взаємодії «хрящ-кістка» відіграє важливу роль у формуванні вікових дегенеративних процесів.

## СИНОВІАЛЬНА ОБОЛОНКА

- витончення синовіальної мембрани
- зменшення продукції синовіальної рідини
- зниження в'язкості
- схильність до низькорівневого запалення

Це погіршує живлення хряща та зменшує мастильні властивості синовіальної рідини та збільшує тертя суглобових поверхонь.



## ЗВ'ЯЗКОВИЙ АПАРАТ І КАПСУЛА

- фрагментація колагену
- фіброзні зміни
- зниження гідратації
- зменшення клітинної активності

Склеротичні процеси, що відбуваються з віком, мають схильність до зниження амплітуди рухів, підвищення жорсткості та зменшення еластичності.

## М'ЯЗОВИЙ КОМПОНЕНТ

Саркопенія — це не просто "норма старіння", а патологічний стан, що призводить до слабкості, ризику падінь, переломів та зниження якості життя.

Зумовлена зменшенням кількості м'язових волокон, загибеллю моторних нейронів з порушенням іннервації, а також заміщенням м'язової тканини жировою. До цього додаються метаболічні та гормональні зміни.

Втрата м'язової маси і сили — один з найважливіших факторів вікової дисфункції опорно-рухового апарату.

# КЛІНІЧНІ ПРОЯВИ ВІКОВИХ ЗМІН

## БОЛЬОВИЙ СИНДРОМ

Біль є найчастішим симптомом у людей старшого віку. Він може бути:

- механічним - посилюється при навантаженні
- стартовим - виникає при перших рухах
- хронічним - розвивається роками

## ОБМЕЖЕННЯ РУХЛИВОСТІ

Провідні чинники:

- зниження еластичності тканин
- м'язова слабкість
- болісні відчуття
- підвищення жорсткості капсули

## ЗНИЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ

Комбінація зменшення сили м'язів, обмеження рухливості веде до складнощів із ходьбою, підйомом сходами, вставанням із сидячого положення.

## ДЕФОРМАЦІЇ ТА ЗМІНИ СУГЛОБОВОГО ХРЯЦА

- видимі деформації
- хрускіт при рухах
- локальний набряк

Больовий синдром, обмеження рухливості, деформації та зміни суглобового хряща значно знижують самообслуговування, соціальну активність та якість життя.

## ОСТЕОАРТРОЗ ЯК ОСНОВНИЙ КЛІНІЧНИЙ НАСЛІДОК

Остеоартроз є найпоширенішим дегенеративним захворюванням суглобів у літніх осіб. Його частота зростає з віком, а рентгенологічні ознаки виявляються у більшості людей старше 60 років.

# ПРОФІЛАКТИЧНІ АСПЕКТИ



## РЕГУЛЯРНА ФІЗИЧНА АКТИВНІСТЬ

Регулярне навантаження підтримує синтез колагену та глікозаміногліканів у хрящі, стимулює синовіальну рідину та покращує кровопостачання м'язів і кісток. Силові тренування запобігають саркопенії, зміцнюють м'язовий корсет і підвищують стабільність суглобів. Аеробні та функціональні вправи (ходьба, плавання, велосипед, пілатес) підтримують рухливість, координацію та знижують ризик травм і падінь.

## КОНТРОЛЬ ВАГИ ТА НАВАНТАЖЕННЯ НА СУГЛОБИ

Надмірна маса тіла підвищує механічне навантаження на колінні, кульшові та хребетні суглоби, прискорюючи дегенеративні процеси.

Зниження ваги навіть на 5–10 % зменшує ризик розвитку остеоартрозу колін і полегшує симптоми у тих, хто вже має зміни

## ХАРЧУВАННЯ ТА НУТРИТИВНА ПІДТРИМКА

- Антиоксиданти (вітаміни С, Е, поліфеноли) зменшують оксидативний стрес у хондроцитах і підвищують антикатаболічний захист.
- Омега-3 жирні кислоти мають протизапальну дію, знижують продукцію прозапальних цитокінів у суглобі.
- Адекватне споживання білка підтримує м'язову масу та сприяє профілактиці саркопенії.
- Глікозаміноглікани та хондроїтин сульфат підтримують матрикс хряща.



## РАННЄ ВИЯВЛЕННЯ ТА ЛІКУВАННЯ ТРАВМ

Навіть невеликі травми або ушкодження хряща можуть прискорювати дегенерацію з віком.

Рання реабілітація, фізіотерапія і контроль за відновленням після травм — ключовий профілактичний аспект.

