*Лекція 3.3*

*Тема:* Залози внутрішньої секреції

*План:*

1. Загальний огляд ендокринної системи.
2. Будова і функції гіпофіза.Гіпоталамо-гіпофізарну систему.
3. Будова і функції епіфіза.
4. Будова і функції щитоподібної залози.
5. Будова і функції прищитоподібних залоз.
6. Будова і функції надниркових залоз.
7. Параганглії та їх функції.
8. **Підшлункові острівці та їх функції.**
9. Ендокринна частина статевих залоз та їх функції.
10. Дифузна нейроендокринна система та її функції.

***1. Загальний огляд ендокринної системи***

**Ендокринологія (від грецьких слів: endon – усередині, krino – виділяти, logos – наука, вчення)** – наука про **залози внутрішньої секреції (glandulae endocrinae)**. Також цю групу залоз називають ендокринними залозами. До ендокринних залоз відносяться спеціалізовані топографічно роз'єднані різного походження залози, які не мають вивідних проток і виділяють вироблені ними гормони (від грецького hormao – спонукати, збуджувати), чи інкрети, безпосередньо в кров, лімфу і міжклітинну рідину. Деякі гормони виробляють не окремі залози, а групи компактно розташованих клітин (підшлункові острівці, інтерстиціальні ендокриноцити яєчка – клітини Лейдіга), чи клітини, що розміщені в різних органах і тканинах (клітини APUD-системи).

В організмі людини є дві складні системи керування функціями: нервова і гуморальна, які тісно пов’язані між собою і здійснюють єдину нейрогуморальну регуляцію. В той же час ендокринна, або гуморальна (хімічна) регуляція підпорядкована нервовій системі. Центральна нервова система регулює функції залоз внутрішньої секреції шляхом безпосередньої іннервації ендокринних органів і тканин. Крім того, залози внутрішньої секреції знаходяться в дуже складних взаємовідносинах між собою, так що порушення роботи однієї з них відображається на діяльності інших. Хімічна регуляція діє протягом тривалого часу, стимулюючи або пригнічуючи процеси обміну речовин і в самій нервовій системі.

**Гуморальна система (від латинського humor – волога; рідина)** здійснює регулюючий вплив за допомогою гормонів, які потрапляють до органів і тканин через кровоносне і лімфатичне русла.

*Гормони* - це біологічно активні речовини, що мають ряд властивостей:

– дія гормонів є дистантною, тобто органи, на які впливають гормони, віддалені від ендокринної залози;

– дія гормонів специфічна: одні гормони діють лише на визначені клітини-мішені, інші – на певні групи клітин;

– гормони мають високу біологічну активність і діють в дуже малих концентраціях;

– гормони діють тільки на живі клітини.

Все різноманіття дії гормонів можна звести до трьох найважливіших функцій: контроль росту і розвитку організму, забезпечення адаптації організму до постійно мінливих умов середовища, забезпечення гомеостазу. Надлишкова чи недостатня продукція гормонів викликає важкі порушення і захворювання організму.

Залежно від ембріонального походження залози внутрішньої секреції поділяють на три групи – ентодермальні, мезодермальні та ектодермальні.

1. Залози ентодермального походження:

а) Залози, що розвиваються з епітелію глоткової кишки і зябрових карманів зародка (бранхіогенна група залоз): щитоподібна залоза, прищитоподібні залози і загруднинна залоза.

б) Залози, що розвиваються з епітелію кишкової трубки: ендокринна частина підшлункової залози (панкреатичні острівці).

2. Залози мезодермального походження, що розвиваються з спланхнотома: інтерреналові тільця, кіркова речовина надниркових залоз і статеві залози.

3. Залози ектодермального походження:

а) Залози, що є похідні переднього відділу нервової трубки (неврогенна група): нейрогіпофіз (задня доля) і шишкоподібне тіло (епіфіз).

б) Залози, що розвиваються з епітелію кишені Ратке:: передня частка гіпофізу (аденогіпофіз)

в) Залози, що є похідні симпатичного відділу вегетативної нервової системи: мозкова речовина надниркових залоз і параганглії (хромафінні тіла).

На сучасному етапі прийнято класифікувати ендокринні залози на залежні та незалежні від впливу передньої частки гіпофіза (аденогіпофіза). До першої групи, що залежать від гормонів аденогіпофіза, належать: щитоподібна залоза, кіркова речовина надниркових залоз, статеві залози (яєчка і яєчники).

Центральне положення в цій групі належить аденогіпофізу, клітини якого продукують тропні гормони (від грецького tropos – напрямок), що регулюють діяльність цих залоз. Тропні гормони передньої частки гіпофіза (аденогіпофіза) активують діяльність гіпофіззалежних ендокринних залоз, а їхні гормони у свою чергу впливають на гіпофіз, пригнічуючи утворення і виділення відповідного гормону. Таким чином, тропні гормони передньої долі гіпофіза регулюють діяльність гіпофіззалежних залоз за принципом зворотного зв'язку. При зниженні концентрації певного гормону в крові відповідні клітини передньої долі гіпофіза виділяють тропний гормон, який стимулює утворення гормону цієї залозою. Навпаки, підвищення вмісту гормону в крові стає сигналом для клітин гіпофіза, які відповідають уповільненням секреції і звільнення тропного гормону, що призводить до пригнічення секреції гормону.

До другої групи ендокринних залоз, на які безпосередньо не впливають гормони аденогіпофіза, належать: прищитоподібні залози, шишкоподібна залоза (шишкоподібне тіло), підшлункові острівці підшлункової залози, мозкова речовина надниркових залоз, параганглії. Ці залози умовно називають саморегулюючими. Так, гормон панкреатичних острівців інсулін знижує рівень цукру в крові, а підвищений вміст в крові останнього стимулює секрецію інсуліну.

Вищим нервовим центром регуляції ендокринних функцій є ***гіпоталамус*** проміжного мозку, який координує нервові та гормональні механізми регуляції функцій внутрішніх органів, об'єднує нервові і ендокринні регуляторні механізми в загальну нейроендокринну систему.

В гіпоталамусі є нейрони звичайного типу і нейросекреторні клітини, що містяться в нейросекреторних ядрах гіпоталамуса і синтезують нейросекрет, що виділяється в лімфу та кров. Нейросекреторні клітини трансформують нервовий імпульс в нейрогормональний.

***2. Будова і функції гіпофіза. Гіпоталамо-гіпофізарну систему***

**Гіпофіз (hypophysis)** є найважливішою залозою внутрішньої секреції, яка регулює діяльність ряду ендокринних залоз (щитоподібної, статевих, кіркової речовини надниркових залоз). Гіпофіз розташований в гіпофізарній ямці турецького сідла клиноподібної кістки. Відросток твердої мозкової оболонки - діафрагма сідла -відокремлює гіпофіз від порожнини черепа. Через отвір в цій діафрагмі гіпофіз з'єднаний з лійкою гіпоталамуса проміжного мозку. Розміри гіпофіза: поперечний розмір гіпофіза 10-17 мм, передньозадній 5-15 мм, вертикальний 5-10 мм; маса гіпофіза у чоловіків близько 0,5-0,6 г, у жінок - 0,6-0,7 г. Гіпофіз зовні покритий сполучнотканинною капсулою.

Анатомічно єдиний гіпофіз поділяється на дві частки - передню і задню. ***Передня частка,*** або ***аденогіпофіз (lobus anterior; adenohypophysis)****,* значно більша від задньої частки, становить 70-80% від усієї маси гіпофіза. Аденогіпофіз складається з *горбової частини (pars tuberalis)*, *дальшої частини (pars distalis)* і *проміжної частини (pars intermedia).* Дистальна частина займає передню частину гіпофізарної ямки, проміжна частина, розташована на межі із задньою часткою, а бугорна частина йде вгору і з'єднується з лійкою гіпоталамуса. У зв'язку з великою кількістю кровоносних судин передня частка гіпофіза має блідо-жовтий, з червонуватим відтінком колір.

Паренхіма передньої долі гіпофіза представлена кількома типами залізистих клітин - *ендокриноцитів*, між тяжами яких розташовуються широкі синусоїдальні кровоносні капіляри, що зливаючись, утворюють виносні вени, по яких кров (з гормонами передньої частки) виноситься з гіпофіза. Серед ендокриноцитів передньої долі є великі клітини - хромофільні аденоцити, серед яких розрізняють ацидофільні (близько 40% всіх клітин аденогіпофіза) і великі базофільні клітини, що складають близько 10% всіх клітин. Решта клітин - це дрібні хромофобні аденоцити. Ацидофільні, або альфа-клітини, виробляють два гормони - пролактин і соматотропін (ЛТГ і СТГ). Базофільні ендокриноцити, або бета-клітини секретують фолікулотропін і лютеоропін (ФСГ і ЛГ). Великі неправильної форми тиротропні ендокриноцити секретують тиротропний гормон (ТТГ). Кортикотропні ендокриноцити неправильної форми продукують аденокортикотропний гормон (АКТГ). Між ендокриноцитами є міжклітинні простори різної ширини. Аденоцити, що не секретують гормонів, представлені дрібними клітинами. Бугорна (туберальна) частина передньої долі гіпофіза пронизана дрібними артеріями, що кровопостачають передню частку, ворітними венами і синусоїдними капілярами. Між судинами розташовуються тяжі епітеліальних клітин: хромофобні, ацидофільні та базофільні аденоцити і псевдофолікули. Тонка проміжна частка аденогіпофіза утворена смужкою аденоцитів – меланотропних і ліпотропних,, які виробляють секрет, що накопичується між клітинами. У проміжній частині накопичуються меланотропін, або меланостимулюючий гормон (МСГ), і кортикотропін, або аденокортикотропний гормон (АКТГ), а також ліпотропін (ЛГ), що посилює обмін ліпідів. Проміжна частка гіпофіза пронизана пептидергічними нервовими волокнами (аксонами), що виходять із нейрогіпофізу, вони утворюють синапсоподібні контакти з епітеліоцитами. Холінергічні і амінергічні волокна чинять інгібуючу дію на секрецію клітин проміжної частки.

Менша ***задня частка,*** або ***нейрогіпофіз (lobus posterior; neurohypophysis)***, підрозділяється на *нервову частину (pars nervosa)*, яка знаходиться в задній частині гіпофізарної ямки, і *лійку (infundibulum),* що розташовується позаду бугорної частини аденогіпофіза. Задня частка гіпофіза утворена нейрогліальними клітинами (пітуіцити), нервовими волокнами, що йдуть від нейросекреторних ядер гіпоталамуса в нейрогіпофіз, і нейросекреторними тільцями. Нейрогіпофіз не синтезує гормони, а лише накопичує гормони, що продуються в гіпоталамусі.

Гіпофіз за допомогою нервових волокон (шляхів) і кровоносних судин функціонально пов'язаний з гіпоталамусом проміжного мозку, який регулює діяльність гіпофіза, і утворює з ним єдиний функціональний комплекс - ***гіпоталамо-гіпофізарну систему***, яка включає такі підсистеми, як гіпоталамус-нейрогіпофіз і гіпоталамус-аденогіпофіз.

*Підсистема гіпоталамус-нейрогіпофіз* функціонує наступним чином: нейрони супраоптичного і паравентрикулярного ядер гіпоталамуса синтезують антидіуретичний гормон (АДГ) – вазопресин, і гормон оксітоцин, які по аксонам нейросекреторних клітин гіпоталамо-гіпофізарного тракту транспортуються до капілярів нейрогіпофіза і виділяються в кров.

*Гормони нейрогіпофізу:*

- вазопресин - чинить судинозвужувальну і антидіуретичну дії, за рахунок стимуляції реабсорбції води з первинної сечі в нирках (зменшує діурез) і одночасно підвищує артеріальний тиск крові, за що і отримав також назву антидіуретичного гормону (АДГ);

- окситоцин має стимулюючий вплив на скоротливу здатність мускулатури матки, посилює виділення молока молочною залозою, гальмує розвиток і функцію жовтого тіла, впливає на зміну тонусу гладеньких м'язів шлунково-кишкового тракту.

У *підсистемі гіпоталамус-аденогіпофіз* нейрони дрібноклітинних ядер гіпофізотропної зони гіпоталамуса, розташованої в серединному підвищенні, виділяють рилізинг-гормони, або ліберіни, а також інгібуючи гормони, або статини, які транспортуються по аксона, закінчення яких утворюють контакти з воротними венами гіпофіза. З цих судин гормони розносяться до клітин-мішеней аденогіпофіза, які синтезують тропні гормони, що прямують до відповідних клітин-мішеней периферичних ендокринних гіпофізозалежних залоз. Рилізинг-фактори сприяють вивільненню тіреотропіну, кортикотропіну, лютеотропіну, пролактину, фолікулостимулюючого, соматотропного і меланоцитостимулюючого гормонів. Статини гальмують виділення останніх двох гормонів і пролактину.

*Гормони аденогіпофіза:*

- соматотропний гормон (СТГ - гормон росту) - бере участь в регуляції процесів росту і розвитку молодого організму;

- аденокортикотропний гормон (АКТГ) - стимулює секрецію стероїдних гормонів кори наднирникових залоз;

- тіреотропний гормон (ТТГ) - впливає на розвиток щитовидної залози і активує продукцію її гормонів;

- гонадотропні гормони: пролактин – стимулює розвиток молочних залоз і вироблення молока; (фолікулостимулюючий горион (ФСГ) – впливає на статеве дозрівання організму, так як активує і регулює розвиток фолікулів в яєчнику і продукування ними естрогенів та процес сперматогенезу в чоловіків;) лютеїнізуючий гормон (ЛГ) - стимулює овуляцію, утворення жовтого тіла і продукцію в ньому прогестерону, а також тестостерону в сім’яниках

- ліпотропні фактори гіпофіза, які впливають на мобілізацію і утилізацію жирів в організмі.

У проміжній частині передньої долі утворюється меланоцитостимулюючий гормон, який контролює утворення пігментів - меланінів - в організмі.

***3. Будова і функції шишкоподібної залози***

**Шишкоподібна залоза, або шишкоподібне тіло (glandula pinealis; corpus pineale)** відома як **епіфіз (epiphysis),** анатомічно належить до епіталамуса проміжного мозку і розташовується в неглибокій борозні, яка відділяє один від одного верхні горбки даху середнього мозку. Від переднього кінця шишковидного тіла до медіальної поверхні правого і лівого таламуса (зорових горбів) натягнуті *повідці (habenulae)*. Форма шишковидного тіла частіше овоідна, рідше куляста або конічна. Маса шишковидного тіла у дорослої людини близько 0,2 г, довжина 8-15 мм, ширина 6-10 мм, товщина 4-6 мм. Максимального розвитку шишкоподібна залоза досягає на 7-ому році життя, після чого починається її вікова інволюція. У основи шишковидного тіла, зверненого в бік порожнини III шлуночка, знаходиться невелике шишковидне поглиблення. Зовні шишковидне тіло вкрите сполучною капсулою, що містить велику кількість анастомозуючих одна з одною кровоносних судин. Від капсули всередину органу проникають сполучнотканинні трабекули, що розділяють паренхіму шишкоподібного тіла на часточки. Клітинними елементами паренхіми є у великій кількості спеціалізовані залізисті клітини - пінеалоцити (пінеоцити) і в меншій - гліальні клітини (гліоцити). У шишковидному тілі у дорослих людей і особливо в старечому віці нерідко зустрічаються химерної форми відкладення - піщані тіла (мозковий пісок). Пінеалоцити синтезують близько 40 регулівних пептидів, а також біологічноактивні аміни - серотонін і мелатонін. Останній має здатність пригнічувати секрецію гонадоліберину гіпоталамуса, сповільнюючи статеве дозрівання. Таким чином, ендокринна роль шишковидного тіла полягає в тому, що його клітини виділяють речовини, які гальмують діяльність гіпофіза до моменту настання статевої зрілості, а також беруть участь в тонкій регуляції майже всіх видів обміну речовин.

***4. Будова і функції щитоподібної залози***

**Щитоподібна залоза (glandula thyroidea)** - непарний орган, що розташовується в передній області шиї попереду гортані та верхнього відділу трахеї і складається з двох частин - ***правої частки (lobus dexter)*** та ***лівої частки (lobus sinister)***, які поєднані вузьким *перешийком щитоподібної залози (isthmus glandulae thyroideae)*. Перешийок щитовидної залози, що з'єднує частки, знаходиться на рівні II і III хрящів трахеї. Верхній полюс правої і лівої часток щитовидної залози розташовується трохи нижче верхнього краю відповідної пластинки щитовидного хряща гортані. Нижній полюс частки досягає рівня V-VI хряща трахеї. Задньобічна поверхня кожної частки щитовидної залози стикається з гортанною частиною глотки, початком стравоходу і загальною сонною артерією, що лежить позаду. Спереду від залози знаходяться м'язи і фасції шиї. Від перешийка, або від однієї з часток відходить догори і розташовується попереду щитоподібного хряща ***пірамідальна частка (lobus pyramidalis)***, яка зустрічається приблизно в 30% людей. Ця частка своєю верхівкою іноді досягає тіла під'язикової кістки.

Кожна частка має приблизно такі розміри: висоту – 5–6 см, ширину – 3–4 см, товщину – 2 см. Висота перешийка дорівнює 0,5–1,5 см, а товщина – 0,6–0,8 см. Маса щитовидної залози у дорослих людей від 20 до 60 років становить в середньому 20-30 г. Після 50-55 років відбувається деяке зниження обсягу і маси залози. Маса і об'єм щитовидної залози у жінок більше, ніж у чоловіків.

Щитоподібна залоза вкрита *волокнистою капсулою (capsula fibrosa),* яка зрощена з гортанню і трахеєю. У зв'язку з цим при рухах гортані відбувається переміщення і щитовидної залози. Щитоподібна залоза побудована зі *строми (stroma)* і *паренхіми (parenchyma)*. Від волокнистої капсули, що складається з пучків колагенових і еластичних волокон, усередину залози відходять тонкі перегородки, поділяючи щитоподібну залозу на *часточки (lobuli)*. У сполучнотканинних перегородках проходять судини і нерви. Паренхіма залози складається з мікроскопічних пухирців – *фолікулів щитоподібної залози (folliculi glandulae thyroideae)*, що є структурно-функціональними одиницями залози. У щитоподібній залозі є приблизно 30 млн фолікулів. Стінка фолікула утворена одним шаром кубічних клітин – тироцитів, розміщених на базальній мембрані. Діаметр фолікулів коливається від 0,05 до 0,5 мм. Трапляються розгалужені фолікули. Залозистий фолікулярний епітелій щитовидної залози має більшу, чим інші тканини, вибіркову здатністю до накопичення йоду. Окрім того, окремі тироцити утворюють невеликі скупчення без порожнини всередині – міжфолікулярні острівці. Вважають, що тироцити острівців є джерелом утворення нових фолікулів. Форма тироцитів залежить від їх функціонального стану – при посиленні синтетичних процесів висота клітин збільшується. Фолікули обплетені густою сіткою кровоносних капілярів і сполучнотканинними волокнами. У порожнині фолікулів накопичується колоїд – драглиста речовина, яку синтезують тироцити. Колоїд складається з білка тироглобуліну, в молекулі якого є гормон тироксин і поліпептидний ланцюг – глобулін.

Йодування тироглобуліну відбувається в порожнині фолікула, в колоїді. З крові гемокапілярів у тироцити транспортується йод і надходить у колоїд, тут атомарний йод зв’язується з тирозином у складі тироглобуліну. Йодований тироглобулін накопичується в порожнині фолікула у формі колоїда. Крапельки колоїду фагоцитуються тироцитами. У цитоплазмі тироцитів ці крапельки з’єднуються з лізосомами, ферменти яких розщеплюють колоїд, унаслідок чого вивільняються гормони трийодтиронін (Т) і тетрайодтиронін (Т) (тіроксін), що складаються в основному з білків і йодовмісних амінокислот. Тетрайодтироніну є приблизно 90–95 % від усіх гормонів, які синтезують тироцити. Гормони можуть накопичуватися в колоїді фолікулів і в міру необхідності виділятися через базальну поверхню тироцитів у перикапілярний простір, а з нього потрапляють у кров і доставлятися до органів і тканин. Основна функція цих гормонів - стимуляція окислювальних процесів в клітині. Гормони впливають на водний, білковий, вуглеводний, жировий, мінеральний обмін, таким чином виконуючи функцію регуляції обміну речовин. Крім того, гормони щитовидної залози збільшують теплообмін, регулюють процеси росту і розвитку, активують діяльність надниркових залоз, статевих і молочних залоз, надають стимулюючий вплив на діяльність центральної нервової системи.

Регуляція функції щитовидної залози забезпечується нервовою системою і тиротропіном, або тіреотропним гормоном (ТТГ) передньої долі гіпофіза, який, в свою чергу, залежить від ТТГ-рилізинг-гормону (тироліберин гіпоталамуса).

У стінці фолікулів, окрім тироцитів, наявний другий тип клітин – *парафолікулярні ендокриноцити (кальцитоніноцити, або С-клітини)*, що містять гормон тіреокальцитонін, який виділяється шляхом екзоцитозу в перикапіллярний простір, звідки надходить в кровоносні капіляри. Кальцитонін регулює обмін кальцію і фосфору в організмі і є антагоністом паратгормону прищитоподібної залози. Цей гормон гальмує реабсорбцію кальцію з кісток і зменшує вміст кальцію в крові шляхом депонування його в кістковій тканині.

***5. Будова і функції прищитоподібних залоз***

**Прищитоподібні залози (glandulae parathyroideae)** - це округлі або овоїдні тільця, розташовані на задній поверхні правої та лівої часток щитоподібної залози між її волокнистою капсулою і фасціальною пластинкою. Кількість цих тілець може змінюватися від 2 до 8, в середньому 4. Зазвичай з кожного боку є ***верхня прищитоподібна залоза (glandula parathyroidea superior)*** і ***нижня прищитоподібна залоза (glandula parathyroidea inferior).*** Верхня залоза розміщена на рівні межі між верхньою і нижньою третинами частки щитоподібної залози. Розміри кожної залози становлять: довжина 4-8 мм, ширина 3-4 мм, товщина 2-3 мм. Загальна маса залоз становить в середньому 0,20–0,35 г.

Прищитоподібні залози відрізняються від щитоподібної залози більш світлим забарвленням (у дітей блідо-рожеві, у дорослих - жовтувато-коричневі). Кожна прищитоподібна залоза вкрита волокнистою капсулою, від якої всередину відходять тонкі сполучнотканинні перетинки, поділяючи паренхіму залози на ледь помітні часточки. У сполучній тканині капсули та перетинок є багато нервових волокон, кровоносних і лімфатичних судин. Паренхіма прищитоподібної залози утворена епітеліальними клітинами – паратироцитами. Паратироцити, з’єднуючись між собою десмосомними контактами, утворюють перекладки (трабекули), що переплітаються. *Перекладка (трабекула)* є структурно-функціональною одиницею прищитоподібної залози. Паратироцити синтезують і секретують гормон паратирин (паратгормон, паратиреоїдний гормон – ПТГ). Паратгормон (паратирин) регулює концентрацію кальцію й опосередковано фосфору в крові, впливаючи таким чином на збудливість нервової і м’язової систем. Після видалення прищитоподібних залоз вміст кальцію в крові знижується, а фосфору підвищується. Паратгормон діє на кісткову тканину, активуючи остеобласти, обумовлюючи демінералізацію кісток і виділення іонів кальцію та фосфору в кров. Надлишок фосфору під впливом паратгормону виводиться нирками. Одночасно паратгормон посилює реабсорбцію іонів кальцію в канальцях нефронів, сприяючи зменшенню його виділення з сечею і підвищенню його вмісту в крові. Окрім того, паратгормон підвищує всмоктування іонів кальцію в кишці за умов надходження в організм необхідної кількості вітаміну D. Антагоністом паратгормону є гормон кальцитонін, що виробляється парафолікулярними клітинами (кальцитоніноцитами) щитоподібної залози. Він гальмує виведення кальцію з кісток, тому знижується його вміст у крові. Отже, клітини прищитоподібних залоз і парафолікулярні клітини щитоподібної залози реагують на зміну концентрації іонів кальцію в крові зміною інтенсивності синтезу і секреції відповідних гормонів, регулюючи таким чином вміст кальцію в крові.

***6. Будова і функції надниркових залоз***

**Надниркова залоза (glandula suprarenalis)** парна (права і ліва), за формою нагадує сплощену спереду назад піраміду з заокругленою верхівкою. Залози розташовані в заочеревинному просторі на рівні ХІ–ХІІ грудних хребців у товщі жирової капсули кожної нирки, прилягаючи до верхньоприсередньої ділянки верхнього кінця нирки, її оточує ниркова фасція. Права надниркова залоза розміщена дещо нижче від лівої залози. Маса надниркової залози в дорослої людини дорівнює приблизно 12–15 г, а її розміри такі: довжина – 40–60 мм; товщина (передньо-задній розмір) – 5–10 мм; висота – 20–30 мм. Маса і розміри правого наднирника дещо менше, ніж лівого. У людини можлива наявність додаткових надниркових залоз (glandulae suprarenales accessoriae).

Надниркова залоза має три поверхні: *передню поверхню (facies anterior), задню поверхню (facies posterior)* і *нижню ввігнуту – ниркову поверхню (facies renalis),* а також два краї *– верхній край (margo superior)* і *присередній край (margo medialis).*

Права надниркова залоза спереду має вигляд трикутника з заокругленими кутами. Його задня поверхня прилягає до поперекової частини діафрагми, нижня частина передньої поверхні залози, що вкрита очеревиною, прилягає до нутрощевої поверхні печінки і дванадцятипалої кишки. Ниркова поверхня надниркової залози охоплює верхній кінець правої нирки, а присередній край залози прилягає до нижньої порожнистої вени. Ліва надниркова залоза має півмісяцеву форму, її ниркова поверхня заходить на верхню частину присереднього краю лівої нирки, присередній край залози прилягає до черевної аорти. Передня поверхня лівої надниркової залози прилягає до хвоста підшлункової залози і кардіальної частини шлунка, а задня поверхня залози стикається з поперековою частиною діафрагми.

Поверхні залоз дещо горбисті. На передній поверхні надниркової залози є глибока борозна – *ворота (hilum)*. У правій залозі ворота розташовані ближче до її верхівки, а в лівій залозі – ближче до основи. Через ворота залози виходить *центральна вена (v. centralis)*.

Надниркова залоза вкрита тонкою волокнистою капсулою, в якій містяться гладкі міоцити. Від капсули вглиб залози відходять тонкі сполучнотканинні перетинки (трабекули), розділяючи її кіркову речовину на численні епітеліальні тяжі, обплетені густою сіткою гемокапілярів.

Паренхіма надниркової залози складається з двох шарів, що походять з різних зародкових листків. Зовнішній шар називається ***кірковою речовиною (cоrtex)***, а внутрішній шар – ***мозковою речовиною (medulla).***

Тканина кіркової речовини, що розвивається з мезодерми, розміщується між двома первинними нирками, тому називається інтерреналовою тканиною (інтерреналовим тілом). Із цього ж джерела утворюються зачатки статевих залоз і додаткових надниркових залоз.

Мозкова речовина надниркових залоз, як і нервова система, має ектодермальне походження. Вона формується із зачатків вузлів симпатичного стовбура. Нервові клітини – симпатобласти – відокремлюються від симпатичних вузлів і перетворюються на хромафінобласти, які в свою чергу диференціюються на хромафіноцити. Ці клітини переміщуються в інтерреналове тіло, утворюючи мозкову речовину надниркової залози, яку охоплює кіркова речовина. Так формується анатомічно єдина залоза. Із симпатобластів формуються інші хромафінні тільця – параганглії.

У кірковій речовині виділяють три зони: клубочкову (зовнішню, що прилежить до капсули), пучкову (середню, найбільш широку) і сітчасту (внутрішню, яка межує з мозковою речовиною). Співвідношення товщини цих зон відповідно дорівнює 1: 9: 3. Вони різняться між собою як структурно, так і функціонально. Морфологічні особливості зон зводяться до своєрідного для кожної зони розподілу залозистих клітин, сполучної тканини і кровоносних судин. Перераховані зони функціонально відокремлені в зв'язку з тим, що клітини кожної з них виробляють гормони, що відрізняються один від одного не тільки за хімічним складом, але і по фізіологічній дії.

***Клубочкова зона (zona glomerulosa)*** складається з малих призматичних клітин, які утворюють скупчення у вигляді клубочків. Клубочки оточені сіткою звивистих гемокапілярів. Ендокриноцити клубочкової зони продукують мінералокортикостероїдні гормони, переважно альдостерон.

***Пучкова зона (zona fasciсulata)***, яка є найтовстішою, побудована з великих світлих полігональних клітин, які формують довгі тяжі – пучки. Ці пучки орієнтовані перпендикулярно до поверхні органа. Між пучками проходять прямі гемокапіляри, анастомозуючи між собою. Ендокриноцити пучкової зони виробляють глюкокортикостероїдні гормони – кортизол (гідрокортизон) і кортикостерон. Ці клітини синтезують також незначну кількість андрогенів – дегідроепіандростерон (дегідроізоандростерон) і андростендіон.

У ***сітчастій зоні (zona reticularis)*** клітини полігональної або круглої форми (дещо менші від ендокриноцитів пучкової зони) утворюють розгалужені тяжі, що нагадують сітку. Між групами клітин проходять гемокапіляри. Ендокриноцити сітчастої зони синтезують стероїдні гормони – андрогени, естрогени і прогестерон, а також незначну кількість глюкокортикоїдів.

Мінералокортикоїди беруть участь в регуляції електролітного обміну й опосередковано – в регуляції водного обміну. Альдостерон посилює реабсорбцію іонів натрію в нирках, слинних залозах і кишковошлунковому тракті, тобто затримує іони натрію в організмі. Альдостерон змінює проникність клітинних мембран для іонів натрію і калію, посилює запальні процеси й утворення колагену. Секрецію альдостерону ендокриноцитами регулює концентрація іонів натрію і калію в плазмі крові й ангіотензин ІІ. Збільшення концентрації іонів калію і зменшення іонів натрію, а також зменшення об’єму плазми крові приводить до посилення секреції альдостерону. Подібний ефект дає ангіотензин ІІ, що утворюється з ангіотензину І плазми крові під впливом гормону реніну, який виробляється юкстагломерулярними клітинами нирки.

Глюкокортикоїди сильно і різнобічно впливають на обмінні процеси в організмі людини, посилюючи катаболічні процеси при білковому обміні і стимулюючи глюконеогенез, що призводить до підвищення рівня глюкози в крові і глікогену в печінці, скелетних м’язах і міокарді. Глюкокортикоїди регулюють ліполіз, нормалізують виділення води з організму, підвищують клубочкову фільтрацію і зменшують реабсорбцію води в дистальних звивистих канальцях нирки. У лікарській практиці широко використовується протизапальна дія глюкокортикоїдів. Введення гідрокортизону викликає інволюцію імунної системи, виражену імуносупресію, пов’язану з руйнуванням лімфоїдної тканини.

Глюкокортикоїди вибірково гальмують утворення основної речовини сполучної тканини і проліферацію фібробластів, зменшують кількість тканинних базофілів, блокують дію ферменту гіалуронідази і тим самим зменшують проникність капілярів. Стрес-фактори викликають збільшення секреції глюкокортикоїдів навіть до повного “виснаження” ендокриноцитів кіркової речовини надниркових залоз. Секреція глюкокортикоїдів ендокриноцитами пучкової і частково сітчастої зон регулюється кортикотропіном (адренокортикотропним гормоном – АКТГ), який секретується аденогіпофізом.

Мозкова речовина надниркової залози відмежована від кіркової речовини тонким несуцільним сполучнотканинним прошарком. Її паренхіма утворена скупченнями великих круглих або полігональних клітин, розділених синусоїдними гемокапілярами і посткапілярними венулами. До клітин підходять передвузлові симпатичні нервові волокна, утворюючи з ними синапси. За характером синтезованих речовин у мозковій речовині надниркової залози розрізняють два види клітин: *епінефроцити*, що складають основну масу та виробляють адреналін, і *норепінефроцити*, що розсіяні в мозковій речовині у вигляді невеликих груп та синтезують норадреналін. Адреналін і норадреналін об’єднані в групу біологічно активних речовин – катехоламінів.

У дорослої людини мозкова речовина надниркових залоз виробляє приблизно 70–90 % адреналіну і 10–30 % норадреналіну. Молекули катехоламінів зв’язують специфічні рецептори цитолеми клітин-мішеней. Норадреналін викликає звуження судин (крім судин головного мозку), а адреналін звужує певні судини (судини шкіри) і розширює інші (вінцеві судини серця, судини скелетних м’язів). Адреналін підвищує систолічний артеріальний тиск, дещо знижуючи діастолічний тиск. Норадреналін підвищує систолічний і діастолічний тиск. Обидва гормони розслаблюють гладкі м’язи бронхів, сприяючи інтенсивнішому диханню.

Адреналін підвищує рівень цукру в крові, викликаючи розщеплення глікогену і зменшення його запасів в м'язах і печінці, та як би є антагоністом інсуліну. Ідентичний ефект норадреналіну слабший. Адреналін і норадреналін посилюють розщеплення жирів, активують енергетичний обмін. Секреція катехоламінів у звичайних фізіологічних умовах невелика і дорівнює 8–10 нг/ (кг-хв.), але різко зростає в умовах стресу.

***7. Параганглії та їх функції***

Крім мозкової речовини надниркових залоз, хромафіноцити містяться в **парагангліях (paraganglia)**, що утворюються із зачатків симпатичної частини нервової системи і тісно пов’язані з симпатичними вузлами автономного відділу периферійної нервової системи. Більшість парагангліїв розташовані позаочеревинно поблизу симпатичного стовбура у вигляді невеликих відокремлених анатомічних структур. Хромафіноцити парагангліїв, як і мозкової речовини надниркових залоз, синтезують катехоламіни – адреналін і норадреналін.

Найбільшими парагангліями є парний ***сонний клубочок (glomus caroticum),*** що має форму рисового зерна, довжиною 5–8 мм, шириною 1,5–5 мм і товщиною 1–1,5 мм та розташований на задній або медіальній поверхні загальної сонної артерії у місця її ділення на зовнішню і внутрішню. По ходу аорти розміщується більшість парагангліїв –надсерцеві параганглії, приаортові тіла та куприковий клубочок. ***Надсерцеві параганглії (paraganglia supracardiales)*** представлені *верхнім і нижнім надсерцевими парагангліями (paraganglia supracardiales superior et inferior)*. Нижній параганглій непостійний, з віком він редукується. Верхній надсерцевий параганглій більший, розташований між легеневим стовбуром і висхідною частиною аорти на межі з її дугою. Нижній надсерцевий параганглій залягає в ділянці виходу з аорти лівої вінцевої артерії. ***Приаортові тіла,*** або ***аортові клубочки (corpora paraaortica; glomera aortica)*** складаються з правої та лівої частин. Кожна частина має вигляд тяжа, що залягає на бічній поверхні черевної аорти. Довжина правої частини становить 8–20 мм, лівої частини – 8–15 мм, товщина дорівнює 2–3 мм. У дітей першого року життя аортові клубочки найбільші: у немовлят довжина приаортових тіл дорівнює 8–15 мм, а товщина 2–3 мм, у дітей грудного віку довжина цих утворів досягає 30 мм. Обидва тяжі інколи з’єднані між собою смужкою хромафінних клітин, розміщених попереду аорти. Приаортові тіла зв’язані з гілками нижніх грудних і поперекових вузлів симпатичного стовбура. ***Куприковий клубочок (glomus coccygeum)*** непарний, розташований на передній поверхні верхівки куприка і має довжину приблизно 2,5 мм. Безліч *дрібних параганглієв* розташовані ретроперітонеально на ділянці від наднирників до статевих залоз і по ходу симпатичних нервів. Дрібні групи хромафіноцитів, або навіть окремі клітини, розташовуються усередині вегетативних нервових вузлів. Параганглії завжди виявляються поблизу пухирчастих залоз у чоловіків, а у жінок – у матково-піхвовому нервовому сплетенні. Кількість і величина параганглієв широко варіюють у різних людей. У немовлят є понад 40 парагангліїв, а також численні скупчення хромафіноцитів і окремі хромафіноцити у симпатичних вузлах та по ходу симпатичних нервів.

Параганглії оточені тонкою сполучнотканинною капсулою, а її волокна проникають вглиб паренхіми. Паренхіма парагангліїв складається з хромафіноцитів, які утворюють тяжі, що переплітаються між собою. У просвітах між клітинними тяжами проходять численні гемокапіляри, хромафіноцити оточені густою сіткою симпатичних передвузлових волокон. Інволюція парагангліїв починається у 1,5-2 роки і закінчується після завершення статевого дозрівання.

***8. Підшлункові острівці та їх функції***

Підшлункова залоза складається з ендокринної та екзокринної частин. Ендокринна частина представлена **підшлунковими острівцями (insulae pancreaticae)** – *острівцями Лангерганса*, що сформовані зі скупчень ендокринних клітин – інсулоцитів. Інсуліноцити, як і весь острівець, оточені густою сіткою гемокапілярів фенестрованого типу і відокремлені від решти екзокринної частини залози тонкими сполучнотканинними прошарками. Між інсулоцитами і гемокапілярами є перикапілярні простори, тому гормони, які виробляють інсулоцити, виділяються у цей простір, а потім через стінку капілярів потрапляють у кров. У підшлунковій залозі є приблизно 1–2 млн підшлункових острівців, діаметр кожного з яких дорівнює 100–300 мкм. Найбільша кількість підшлункових острівців у хвості залози.

Панкреатичні острівці складаються з різних інсулоців, які поділяють на чотири основні групи: В-клітини (базофільні), А-клітини (ацидофільні), D-клітини (дендритні), F-клітини.

У підшлункових острівцях найбільше В-інсулоцитів – 70-75 %, які розміщені переважно в центрі острівців і секретують інсулін. Гормон інсулін збільшує проникність клітинних мембран для глюкози, яка присутня у плазмі крові, активує утворення включень глікогену в клітинах. Цими властивостями пояснюється гіпоглікемічна дія інсуліну. При зменшенні концентрації інсуліну в крові клітини не “споживають” глюкозу, тому її рівень в крові різко підвищується і глюкоза потрапляє в сечу. В-інсуліноцити синтезують також гормон амілін, який бере участь у регуляції вуглеводного обміну.

А-інсулоцити складають 20-25 % від усіх клітин острівця, розташовані здебільшого групами на периферії підшлункових острівців і виробляють глюкагон, який є антагоністом інсуліну. Глюкагон активує глікогеноліз і ліполіз, при цьому глікоген розщеплюється до глюкози, а її рівень в крові підвищується. Таким чином, гормони інсулін і глюкагон, що надходять в кров, беруть участь в регуляції вуглеводного обміну.

D-інсулоцити мають великі розміри і зірчасту форму, їх приблизно 5-10 %. Д-клітини синтезують гормон соматостатин, який гальмує синтез інсуліну і глюкагону відповідно В і А-інсулоцитами, синтез ферментів ациноцитами підшлункової залози і соматотропіну (гормону росту) аденогіпофізом.

F-інсулоцитів дуже мало – всього 1-5 %, вони розташовані по периферії острівців і виробляють поліпептид – стимулятор виділення шлункового соку і підшлункового соку екзокринною частиною підшлункової залози.

Навколо підшлункових острівців наявні також невеликі групи секреторних клітин, що називаються проміжними клітинами. Вважають, що ці клітини синтезують трипсиноподібні ферменти, які вивільняють інсулін з проінсуліну, а також виділяють вазоактивний поліпептид.

***9. Ендокринна частина статевих залоз та їх функції***

Статеві залози – **яєчка (testis)** у чоловіків і **яєчники (ovarium)**у жінок, крім статевих клітин, виробляють статеві гормони, що потрапляють у кров.

Ендокринну функцію в яєчку виконує інтерстицій, представлений залозистими клітинами - інтерстиціальними ендокриноцитами яєчка (клітини Лейдига). Це великі клітини, які розташовуються скупченнями в пухкій сполучній тканині між звитими сім’яними канальцями, поруч з кровоносних і лімфатичних капілярами. Інтерстиціальні ендокриноцити яєчка виділяють чоловічий статевий гормон тестостерон (андроген), який надає різнобічну дію на різні андрогенчутливі клітини чоловічого організму, стимулюючи їх ріст і функціональну активність. До таких клітин відносяться клітини передміхурової залози, пухирчастих (сім’яних) залоз, залоз передньої шкірочки статевого члена, нирок і шкіри. Під впливом андрогенів відбуваються ембріональне диференціювання і розвиток статевих органів, статеве дозрівання і розвиток вторинних статевих ознак, опорно-рухового апарату. Разом з іншими гормонами андрогени регулюють ріст кісток в товщину і довжину і після настання статевої зрілості припиняють його. Андрогени стимулюють синтез білка і прискорюють ріст тканин. Дуже важливий їх вплив на сперматогенез: низька концентрація гормону активує цей процес, висока - гальмує. Андрогени обумовлюють статеву поведінку чоловіків, їх лібідо і потенцію. Слід зазначити, що в яєчках синтезується і невелика кількість естрогенів (жіночих статевих гормонів).

В яєчнику виробляються жіночі статеві гормони естроген і прогестерон. Місцем утворення естрогену (фоллікуліна, або естрадіола) є клітини фолікулярного епітелію дозріваючих фолікулів, а також клітини інтерстицію яєчника. Ріст фолікулів і активація інтерстиціальних клітин відбуваються під впливом фолікулостимулюючого і лютеїнізуючого гормонів гіпофіза. Лютеїнізуючий гормон викликає овуляцію і утворення своєрідного жовтого тіла, що виконує ендокринну функцією органу, клітини якого (лютеоцити) виробляють гормон яєчника гестаген (прогестерон). Крім того, в яєчниках утворюється невелика кількість андрогенів. Естрогени, як і андрогени у чоловіків, впливають на ембріональне диференціювання і на розвиток статевих органів, вторинних статевих ознак, ріст і розвиток опорно-рухового апарату; забезпечуючи розвиток тіла за жіночим типом, впливають на статеву поведінку. Жіночі статеві гормони зумовлюють зміни ендометрія під час менструального циклу. Естроген стимулює проліферацію ендометрія. Прогестерон впливає на слизову оболонку матки, готуючи її до імплантації заплідненої яйцеклітини і розвитку плода, утворення плаценти, збільшення розмірів молочних залоз, а також затримує зростання нових фолікулів. Поряд з цим статеві гормони чинять і екстрагенітальну дію. Так, прогестерон викликає підвищення ранкової температури тіла в стані спокою (базальної температури), має катаболічну дію.

***10. Дифузна нейроендокринна система та її функції***

В організмі людини наявні гормонопродукуючі клітини – ендокриноцити, що синтезують гормональні нейроаміни і олігопептиди. Цей тип клітин розвивається з нейробластів нервового гребінця, а також з ектодерми і ентодерми, вони розсіяні в органах і системах організму у вигляді окремих ендокриноцитів (апудоцитів) чи клітинних скупчень. Всі ці клітини об’єднані в **APUD-систему** (Amine Precursors Uptake and Decarboxylation – поглинання і декарбоксилування попередників амінів).

До APUD-системи належать: парафолікулярні клітини щитоподібної залози, клітини мозкової речовини надниркових залоз; нейросекреторні клітини гіпоталамуса; пінеалоцити шишкоподібної залози; головні паратироцити прищитоподібних залоз; ендокриноцити аденогіпофіза, плаценти, підшлункової залози і шлунково-кишкового тракту.

Окремо виділено групу дисоційованих клітин не нейрального походження, що не нагромаджують і не декарбоксилують попередники біологічно активних амінів, а саме: ендокриноцити яєчок, фолікулярні клітини і лютеоцити яєчників. Ці клітини продукують стероїдні гормони – тестостерон, естрогени, прогестерон. Їхню функцію регулює відповідний тропний гормон гіпофіза.

Отже, гормони APUD-системи забезпечують як місцеву (паракринну), так і дистантну регуляцію діяльності органів і систем організму. Функція клітин APUD-системи не залежить від дії гормонів гіпофіза, але регулюється нервовими імпульсами, які передаються по симпатичних і парасимпатичних волокнах автономної частини периферійної нервової системи. APUD-система доповнює і об’єднує між собою нервову й ендокринну системи, забезпечуючи регуляцію гомеостазу.