ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

Тема: Оцінка фізичного розвитку людини методом індексів

Мета: Навчитися розраховувати фізичний розвиток людини методом індексів і порівнювати його з віковими нормативними стандартами.

¨ **Теоретичні відомості**

Вимірюванням (у широкому значенні слова) називають встановлення відповідності між явищами, що вивчаються, з одного боку, і числами, з іншого.

Щоб результати різних вимірювань можна було порівнювати один з одним, вони повинні бути виражені в одних і тих же одиницях. У 1960 р. на Міжнародній генеральній конференції була прийнята Міжнародна система одиниць, що одержала скорочену назву СІ, охоплює сім незалежних один від одного основних одиниць, з яких виводять похідні одиниці для решти фізичних величин. Похідні одиниці визначаються на основі формул, що пов'язують між собою фізичні величини.

Наприклад, одиниця довжини (метр) і одиниця часу (секунда) основні одиниці, а одиниця швидкості (метр за секунду [м/с]) – похідна. Сукупність вибраних основних і утворених за їхньою допомогою похідних одиниць для однієї, або декількох галузей вимірювання називається системою одиниць.

Ніяке вимірювання не можливо провести абсолютно точно. Результат вимірювання неминуче містить похибку, величина якої тим менше, чим точніше метод вимірювання і вимірювальний прилад.

Основна похибка – це похибка методу вимірювання або вимірювального приладу, яка має місце в нормальних умовах їхнього вживання.

Додаткова похибка – це похибка вимірювального приладу, викликана відхиленням умов його роботи від нормальних.

Величина Аабс =А-Аспр,

що дорівнює різниці між свідченням вимірювального приладу (А) і справжнім значенням вимірюваної величини (Аспр), називається абсолютною похибкою вимірювання. Вона вимірюється в тих же одиницях, що і сама вимірювана величина.

Відносна похибка – це відношення абсолютної похибки до справжнього значення вимірюваної величини:

$$Авідн = Аабс / Аспр \times 100\ \%$$

У тих випадках, коли оцінюється не похибка вимірювання, а похибка вимірювального приладу, то замість справжнього значення вимірюваної величини обирається максимальне значення вимірюваної величини (граничне значення шкали приладу). У цьому випадку значення Авідн визначає клас точності вимірювального приладу в нормальних умовах роботи.

Порядок виконання практичного завдання

1. Розрахунок оптимальної маси тіла.

Оптимальна маса тіла розраховується за формулою (див. додаток 3, таблиця 3) в залежності від віку.

Таблиця 3 – Розрахунок оптимальної маси тіла дітей і підлітків (Д – довжина тіла, см, В – вік, років)

Вік, років	Хлопці		Дівчата
7 років	0,48Д-33,7		0,6Д-49,9
8 років	0,43Д-27,6		0,42Д-29,9
9 років	0,57Д-45,6		0,52Д-38,3
10 років	0,50Д-36,0		0,76Д-71,7
11-12 років		7В-5 /2	
15 років	0,60Д-47,4		0,95Д-100,1
16 років	0,89Д-91,9		0,76Д-66,8
17 років	0,68Д-55,5		0,61Д-42,2
18 років	0,72Д-58,8		0,34Д+4,0

Якщо обхват зап’ястя в юнаків більше 18 см, а в дівчат більше 16,5 см, то знайдені за формулою величини збільшити на 4,5 кг. При вузькій кисті (обхват зап'ястя в юнаків – 16 см і менше, у дівчат – 14 см і менше) розраховані за формулою величини зменшити на 3 кг.

Для досліджуваних віком **понад 18 років** розрахунок належної маси тіла здійснюється за формулою Лоренца з урахуванням статі. Отримане значення порівнюється з фактичною масою тіла. Результат має орієнтовний характер і не є самостійним критерієм оцінювання фізичного розвитку спортсмена.

- **Для чоловіків:**

$$МТ = Д - 100 - \frac{Д - 150}{4}$$

- **Для жінок:**

$$МТ = Д - 100 - \frac{Д - 150}{2}$$

де МТ — розрахункова маса тіла, кг; Д — зріст, см.

Важливо: формула Лоренца є історичною емпіричною оцінкою, а не універсальним стандартом оптимальної маси тіла. Для спортсменів її результати потрібно трактувати обережно.

Для розрахунку за формулою Лоренца поправки на обхват зап'ястя не застосовуються.

2. Визначення ступеня жировідкладення.

Перевищення маси тіла в межах 1-14 % свідчить про нормальну масу тіла, в межах 15-29 % – про ожиріння 1-го ступеня, 30-49 % – про ожиріння 2-го ступеня, 50-99 % – про ожиріння 3-го ступеня і 100 % і більше – про ожиріння 4-го ступеня.

Ступінь жировідкладення визначається за пропорцією:

фактична маса тіла – Х % фактична маса тіла × 100 %

належна маса тіла – 100 % => належна маса тіла

Наприклад: Припустимо, що фактична маса тіла юнака – 72 кг, належна – 65 кг

Складаємо пропорцію:

· 72 кг – Х %

65 кг – 100 % =>

· (72×100):65 = 110,8 (%)

У даному прикладі фактична маса перевищує належну на 11 %, що свідчить про нормальну масу тіла (до 14 % – у межах норми).

3. Розрахунок належного обхвату грудної клітки (НОГК) виконують за формулою:

для юнаків: НОГК= 0,01×Д + 84,7;

для дівчат: НОГК= 0,16×Д + 62,0;

де Д – довжина тіла, см.

4. Розрахунок екскурсії грудної клітки.

Екскурсія грудної клітки визначається як різниця між розмірами обхвату грудної клітки на вдиху і видиху.

Цей показник залежить від розвитку грудної клітки, а також від типу подиху. Розмір його в молодих здорових людей коливається від 6 до 9 см. При достатньому фізичному розвитку, зокрема, якщо багато уваги приділяється циклічним вправам, що розвивають витривалість, екскурсія грудної клітки може бути значно більшою.

5. Розрахунок ваго-ростового індексу Кетле за показниками маси і довжини тіла.

Індекс Кетле (ІК) розраховується за формулою: ІК= МТ:Д

де МТ – маса тіла, г; Д – довжина тіла, см.

Оцінка результатів: у залежності від значення ІК, досліджуваного відносять до одного з 5 рівнів фізичного розвитку (див. додаток 3 табл. 4).

Таблиця 4 – Оцінка рівня фізичного розвитку за індексом Кетле

Індекс Кетле			Рівень фізичного розвитку
6-9 років	10-14 років	15-18 років	
≤ 194,9	≤ 220,0	≤ 325,0	Низький
195,0-219,9	220,1-265,0	325,1-350,0	Нижче середнього
220,0-236,9	265,1-315,0	350,1-375,0	Середний
237,0-259,9	315,1-360,0	375,1-400,0	Вище середнього
≥ 260,0	≥ 360	≥ 400	Високий

Для **осіб старше 18 років** індекс Кетле не визначається. Натомість можна визначити рівень соматичного здоров'я за Г. Л. Апанасенком

1. Виміряти масу тіла (кг) і зріст (м).
2. Визначити життєву ємність легень (ЖЄЛ, мл).
3. Виміряти силу кисті ручним динамометром (кг).
4. Визначити частоту серцевих скорочень (ЧСС) і систолічний артеріальний тиск (АТс) у стані спокою.
5. Виконати 20 присідань за 30 секунд і визначити час відновлення ЧСС.
6. Розрахувати індекси, оцінити кожен показник у балах і підсумувати бали.
7. За загальною сумою балів визначити рівень соматичного здоров'я.

Формули для розрахунку показників

1. Індекс маси тіла (ІМТ)

$$\text{ІМТ} = \frac{\text{МТ}}{\text{Д}^2}$$

де МТ — маса тіла, кг; Д — зріст, м.

2. Життєвий індекс (ЖІ)

$$\text{ЖІ} = \frac{\text{ЖЄЛ}}{\text{МТ}}$$

де ЖЄЛ — життєва ємність легень, мл; МТ — маса тіла, кг. Результат виражають у мл/кг.

3. Силовий індекс (СІ)

$$\text{СІ} = \frac{\text{С}_{\text{кисті}}}{\text{МТ}} \cdot 100\%$$

де $\text{С}_{\text{кисті}}$ — сила кисті за показником динамометра, кг; МТ — маса тіла, кг.

4. Індекс Робінсона (ІР)

$$\text{ІР} = \frac{\text{ЧСС} \cdot \text{АТс}}{100}$$

де ЧСС – частота серцевих скорочень у спокої, уд/хв
АТс – систолічний артеріальни тиск, мм рт ст

5. Час відновлення ЧСС.

Визначають тривалість відновлення частоти серцевих скорочень після 20 присідань за 30 секунд. Результат записують у секундах.

Таблиця 4.1 Оцінювання показників за методикою Г. Л. Апанасенка

Показник	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
ІМТ, чоловіки	≤18,9	19-20	20,1-25	25,1-28	≥28,1
ІМТ, жінки	≤16,9	17-18,6	18,7-23,8	23,9-26	≥26,1
ЖІ, чоловіки, мл/кг	≤50	51-55	56-60	61-65	≥66
ЖІ, жінки, мл/кг	≤40	41-45	46-50	51-56	≥57
СІ, чоловіки, %	≤60	61-65	66-70	71-80	≥81
СІ, жінки, %	≤40	41-50	51-55	56-60	≥61
ІР, обидві статі	≥111	95-110	85-94	70-84	≤69
Відновлення ЧСС	≥180 с	120-179 с	90-119 с	60-89 с	менше 60 с

Таблиця 4.2 Бальна оцінка показників

Показник	Низький	Нижче середнього	Середній	Вище середнього	Високий
ІМТ	−2	−1	0	−1	−2
Життєвий індекс	−1	0	+1	+2	+3
Силовий індекс	−1	0	+1	+2	+3
Індекс Робінсона	−2	−1	0	+3	+5
Відновлення ЧСС	−2	+1	+3	+5	+7

Визначення загального рівня

Після оцінювання всіх п’яти показників необхідно додати отримані бали з урахуванням знаків.

Сума балів	Рівень соматичного здоров’я
3 і менше	Низький
4–6	Нижче середнього
7–11	Середній
12–15	Вище середнього
16–18	Високий

Ця методика визначає рівень соматичного здоров’я, а не морфологічного фізичного розвитку. Для вимірювання артеріального тиску й проведення навантажувальної проби слід дотримуватися правил безпеки та враховувати протипоказання.

6. Розрахунок індексу фізичного розвитку (індексу Піньє) й оцінка рівня функціональних і рухових можливостей за О. Д. Дубогай

Індекс фізичного розвитку (ІФР) розраховується за формулою:

ІФР = Д – (МТ+ОГК),

де Д – довжина тіла, см;

МТ – маса тіла, кг;

ОГК – обхват грудної клітки, см.

Важливо. Індекс Піньє та відповідну шкалу використовують для орієнтовного навчального оцінювання. Отримані результати не є самостійним критерієм функціональних і рухових можливостей та потребують обережної інтерпретації з урахуванням віку й індивідуальних особливостей досліджуваних.

У залежності від отриманого значення індексу проводять оцінювання рівня функціональних і рухових можливостей досліджуваних (див. додаток 3 табл. 5).

Таблиця 5 – Рівень функціональних і рухових можливостей досліджуваних

Значення	Рівень функціональних і рухових можливостей
Менше 23,1	Низький
23,1-31,9	Нижче середнього
32,0-37,9	Середній
38,0-42,8	Вище середнього
Більш 42,9	Високий

7. Розрахунок належної життєвої ємкості легень (НЖЄЛ).

7.1 За формулою Людвіка (В.С. Язловецкий, 1991)

- для юнаків НЖЄЛ = 40×Д+30×МТ-4400
- для дівчат НЖЄЛ = 40×Д+10×МТ-3800,

де Д – довжина тіла, см

МТ – маса тіла, кг

7.2 За формулою Гарріса-Бенедикта

- для юнаків: – при довжині тіла 164 см і менше: НЖЄЛ = 4,53×Д –39;
  – при довжині тіла більше 164 см: НЖЄЛ =10,0×Д –12,85;
- для дівчат – НЖЄЛ = 3,75×Д –3,156,

де Д – довжина тіла, м

Величина ЖЄЛ залежить від статі, віку, розмірів тіла і стану тренованості. Вона коливається в широких межах: у середньому в жінок від 2,5 до 4 л, а в чоловіків – 3-5,5 л. У спортсменів ЖЄЛ більше ніж у нетренованих людей. У важкоатлетів вона складає біля 4000 мл, у футболістів – 4200, у гімнастів – 4300, у плавців – 4900, у веслярів – 5500 мл і більше (А.Г. Хрипкова, 1990). У залежності від отриманого значення фактичної ЖЄЛ провести оцінку (див. додаток 3 табл. 6).

Таблиця 6 – Середня величина життєвої ємкості легень (за Безруких та ін., 2002)

Стать	Вік, років								
	4	5	6	7	8	10	12	15	17
Хлопці	1200	1200	1200	1400	1400	1630	1975	2600	3520
Дівчата	900	1000	1100	1200	1360	1460	1905	2530	2760

Порівняння фактичної і належної величини проводиться за відношенням: Ф:Н , де Ф – фактична величина, Н – належна величина.

Наприклад: оцінити відхилення фактичної ЖЄЛ від належної.

Припустимо, що фактична ЖЄЛ (ФЖЄЛ) юнака дорівнює 3200 мл, а належна (ДЖЄЛ) – 3000 мол. Розрахуємо це відношення:

· НЖЄЛ – 100 %

ФЖЄЛ – Х %

· (ФЖЄЛ × 100 %):НЖЄЛ = (3200×100): 3000 = 106,6(%)

У цьому прикладі фактична ЖЄЛ перевищує належну на 6,6 %, що свідчить про досить високий функціональний стан легень.

У нормі в здорових дітей і підлітків ЖЄЛ відхиляється від НЖЄЛ у межах ± 15 % (оцінюється по відношенню ФЖЄЛ (НЖЄЛ). Перевищення ЖЄЛ свідчить про високий функціональний стан легень. Зниження ЖЄЛ більше ніж на 18 % може вказувати на патологію легень.

Розрахунок належної життєвої ємності легень **для осіб віком від 18 років.** Для орієнтовного визначення належної життєвої ємності легень (НЖЄЛ) можна використати формули Болдвіна:

- **Для чоловіків:**

$$НЖЄЛ = (27{,}63 - 0{,}112 \times A) \times D$$

- **Для жінок:**

$$НЖЄЛ = (21{,}78 - 0{,}101 \times A) \times D$$

де А – вік, років

D – зріст, см.

Результат отримують у мілілітрах.

Порядок виконання:

1. Виміряти фактичну ЖЄЛ за допомогою спірометра.
2. Визначити вік і зріст студента.

3. Розрахувати належну ЖЄЛ за відповідною формулою.
4. Визначити співвідношення фактичної ЖЄЛ до належної.

Важливо. Формула Болдвіна є наближеною та походить зі старих досліджень. У даному випадку використовується як орієнтовна навчальна методика. Для сучасної оцінки функції зовнішнього дихання, слід застосовувати відповідні референтні рівняння.

8. Розрахунок і оцінка життєвого індексу.

Життєвий індекс (ЖІ) визначається за формулою:

ЖІ = ЖЄЛ : МТ,

де ЖЄЛ – життєва ємкість легень;

МТ – маса тіла.

Оцінка результатів: отримане значення ЖІ порівнюють із значеннями, які наведені в таблиці (див. додаток 3 табл. 7).

Таблиця 7 – Оцінка життєвого індексу дітей, підлітків і юнаків

Вік, років	Стать	
	Чоловіча	Жіноча
7-10	51-55	46-49
11-13	40-53	42-46
14-15	53-57	46-51
17-18	55-63	48-55

Таблиця 7.1 Оцінювання життєвого індексу осіб віком від 18 років

Оцінка	Чоловіки, мл/кг	Жінки, мл/кг
Висока	понад 66	понад 56
Вище середньої	61-65	51-55
Середня	56-60	46-50
Нижче середньої	51-55	41-45
Низька	менше 50	менше 40

Важливо: ЖІ залежить не лише від функціональних можливостей дихальної системи, а й від маси тіла. Тому за одним цим показником не можна робити остаточні висновки про стан здоров'я чи функцію легень.

? <u>Практичні завдання</u>

1. Записати вік на день тестування.

2. Розрахувати оптимальну масу тіла в залежності від віку і довжини тіла.

3. Порівняти оптимальну масу тіла з фактичною (маса тіла на день тестування), визначити ступінь жировідкладення.

4. Розрахувати належний обхват грудної клітки, і порівняти її з фактичною.

5. Розрахувати екскурсію грудної клітки, і зробити висновок про рівень фізичного розвитку.

6. Розрахувати ваго-ростовий індекс Кетле за показниками маси і довжини тіла, і зробити висновок про рівень фізичного розвитку.

7. Розрахувати індекс фізичного розвитку (індекс Піньє) і оцінити рівень функціональних і рухових можливостей за О.Д. Дубогай.

8. Порівняти фактичну життєву ємкість легень із середніми значеннями за Безруких та ін. (див. додаток 3 табл. 7) і зробити висновки.

9. Розрахувати належну життєву ємкість легень за формулами:

Людвіка і Гарріса Бенедикта.

10. Порівняти належну і фактичну життєву ємність легень, зробити висновок щодо функціонального стану легень.

11. Розрахувати й оцінити життєвий індекс.

12. За отриманими показниками скласти таблицю (див. додаток 4 табл. 8).

13. За розрахованими показниками зробити загальний висновок.

Примітка: Усі розрахунки проводити за своїми показниками.

s Питання для контролю

1. Що називають вимірюванням?
2. Назвіть похибки вимірювань.
3. Як розрахувати оптимальну масу тіла?
4. Як визначити ступінь жировідкладення?
5. Як розрахувати належний обхват грудної клітки?
6. Як розрахувати ваго-ростовий індекс Кетле?
7. Як проводити порівняння фактичних і належних величин?