

УДК: 340.6: 616-001-073.524

Романюк О.Н.¹, Романюк С.О.²

¹проф., Вінницький національний технічний університет

²старш.викладач, Національний університет «Одеська політехніка»

ВИКОРИСТАННЯ ТРИВИМІРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ ЗАХВОРЮВАНЬ СПИНИ

Біль в спині є значною світовою проблемою охорони здоров'я, що впливає на приблизно 619 мільйонів людей по всьому світу станом на 2024 рік. Вважається, що ця цифра може зрости до 843 мільйонів до 2050 року. Оцінюється, що приблизно 30 мільйонів американців щороку отримують професійне лікування від болю в спині, прямі та непрямі витрати на лікування якого коливаються від 100 до 200 мільярдів доларів на рік. 29,9% дорослих відчували біль у нижній частині спини, при цьому вища захворюваність спостерігалася у віковій категорії від 45 до 64 років. Біль у нижній частині спини є найпоширенішою причиною інвалідності, що впливає на людей усіх віків, але переважно на осіб віком від 50 до 55 років. Жінки страждають частіше, ніж чоловіки.

В дослідженні 2024 року, яке порівнювало поширеність і роки, прожиті з інвалідністю через нижній біль у спині, з'ясувалося, що в Європі одні з найвищих показників серед регіонів світу. Це свідчить про значну потребу у фізіотерапевтичних послугах та інших видах лікування і реабілітації

Тривимірна графіка може бути корисною для діагностики захворювань спини [1-5], особливо при використанні сучасних технологій, таких як 3D-моделювання та комп'ютерне бачення. Основна ідея полягає в тому, щоб створити тривимірну модель хребта а потім використовувати цю модель для виявлення різних патологій.

3D сканування [2,5] використовує оптичні або лазерні сенсори для сканування зовнішньої поверхні тіла. Скани можуть бути дуже точними, але в основному застосовуються для створення моделей зовнішньої форми тіла. Спеціальні 3D-сканери можуть бути використані для створення високоякісних моделей спини, зокрема для діагностики деформацій, таких як сколіоз або кіфоз.

Сканування [2] дозволяє вимірювати кут нахилу хребта, відхилення у формі спини та інші зовнішні деформації. Вимірювання можуть включати аналіз симетрії та різних показників кривизни хребта.

Ця технологія вже використовується в ряді клінік для вдосконалення діагностики захворювань спини, таких як остеохондроз, міжхребцеві грижі, сколіоз, для планування хірургічних втручань.

Існує кілька основних методів отримання тривимірних моделей спини, кожен з яких має свої переваги та особливості залежно від цілей діагностики або лікування.

3D сканування спини дозволяє створити точну тривимірну модель, яка може бути використана для аналізу різних аспектів здоров'я людини, зокрема для діагностики ряду захворювань та порушень. Захворювань, які можуть бути діагностовані або оцінені за допомогою 3D сканування спини:

Сколіоз -викривлення хребта, яке може бути виявлене завдяки зміні форми спини. 3D сканування дозволяє точно виміряти кут викривлення та оцінити його ступінь.

Кіфоз -вигинання спини в області грудного відділу, що призводить до сутулості. За допомогою 3D сканування можна оцінити кут кіфозу та ступінь деформації.

Лордоз -надмірний вигин поперекового відділу хребта, що може бути також оцінено за допомогою 3D сканування.

Хоча для діагностики дискових захворювань зазвичай використовується МРТ, 3D сканування може допомогти в оцінці зовнішніх змін у поставі та деформаціях, які можуть вказувати на проблеми з хребтом.

3D сканування може виявити асиметрію, що може бути ознакою патологій, таких як порушення постави або навіть захворювання м'язово-скелетної системи.

Виявлення нерівномірного розвитку м'язів на спині може допомогти в діагностиці проблем, таких як слабкість однієї зі сторін тіла або інші порушення м'язового тону.

Хоча 3D сканування не є основним методом для виявлення артрити, зміни в поставі, обмеження рухливості або видимі деформації також можуть бути виявлені.

Для точнішої діагностики, як правило, використовуються комплексні методи обстеження, але 3D сканування є потужним інструментом для виявлення і моніторингу фізичних змін у спині.

За допомогою 3D сканування спини можна провести різноманітні вимірювання, що дозволяють оцінити стан хребта, м'язів і загальну поставу. Одним з основних вимірювань є визначення кутів викривлення хребта, таких як кут сколіозу (ступінь бокового викривлення хребта), кут кіфозу (надмірне вигинання грудного відділу хребта) і кут лордозу (надмірне вигинання поперекового відділу хребта). Окрім цього, можна оцінити асиметрію хребта та тіла, визначаючи різницю у висоті плечей, лопаток або стегон та аналізуючи симетрію між правою і лівою стороною тіла. Вимірюються також довжина хребта (від верхньої частини шийки до нижньої частини попереку) і висота спини (від лопаток до попереку), що дозволяє оцінити загальний стан хребта. Важливим є також аналіз постави, який дозволяє визначити рівень плечей і стегон, а також наявність сутулості чи порушення постави. Вимірювання об'ємів верхньої і нижньої частини спини, включаючи лопатки та поперекову зону, дозволяє виявити зміни, що можуть вказувати на м'язові дисбаланси або запалення. Крім того, аналізу піддається поперекова кривизна для визначення змін, таких як гіперлордоз або сплюснення, а також стан шийки хребта, що дозволяє виявити порушення або деформацію цього відділу. Завдяки 3D скануванню можна отримати точні дані про стан хребта та постави, що допомагає виявляти різні проблеми, оцінювати ефективність лікування та стежити за змінами протягом часу.

Використання тривимірної графіки в міографії та біомеханічних вимірюваннях має великий потенціал для покращення точності, візуалізації та аналізу даних, що отримуються під час досліджень м'язів і рухів тіла. 3D технології дозволяють отримати більш детальну та інтуїтивно зрозумілу інформацію, що допомагає досліджувати, моніторити і коригувати стан пацієнтів або спортсменів. У міографії 3D графіка дозволяє створювати тривимірні моделі м'язів, на яких можна показати активність м'язів у реальному часі, з можливістю детального перегляду з різних кутів. Це дозволяє чітко побачити, як саме працюють окремі м'язи під час певних рухів або фізичних навантажень. Використання 3D теплових карт для візуалізації електричної активності м'язів допомагає виявити м'язові дисбаланси, асиметрії або аномалії в активації м'язових груп. Вона також дозволяє аналізувати м'язові патерни, що допомагає тренерам, лікарям і фізіотерапевтам коригувати тренувальні програми або реабілітаційні методи. У біомеханіці 3D графіка дозволяє створювати точні тривимірні моделі рухів людини за

допомогою систем захоплення руху, що дозволяє аналізувати кінематику рухів, таких як кутові зміни суглобів, траєкторії руху кінцівок, оцінку швидкості та прискорення під час виконання різних фізичних завдань. Використання 3D графіки для візуалізації сил, які діють на тіло, дозволяє точно оцінити, як різні частини тіла реагують на фізичні навантаження, що дуже корисно для дослідження механізмів травм або для оптимізації техніки виконання рухів у спорті. 3D моделювання дозволяє створити візуальне уявлення про те, як рухаються суглоби та частини тіла в просторі, що дозволяє виявити неправильні або неефективні рухові патерни, що можуть призводити до травм або зниження продуктивності. Тривимірні моделі також допомагають оцінювати поставу людини, визначаючи, чи є відхилення в позі, такі як сколіоз, сутулість або асиметрія. Інтеграція міографії та біомеханічних вимірювань з тривимірною графікою дає змогу створити повну картину функціонування м'язів і рухів тіла, що забезпечує точнішу діагностику та ефективніше планування реабілітації або тренувань. Наприклад, можна поєднати 3D модель тіла з даними електроміографії, щоб побачити, які м'язи активуються під час виконання певних рухів, що дозволяє більш точно виявити порушення в активації м'язових груп або дисбаланс м'язів. Це також дозволяє відстежувати прогрес відновлення пацієнта після травм або операцій, оцінюючи, як змінюється механіка руху та м'язова активність з часом. Використання 3D графіки в міографії та біомеханічних вимірюваннях значно розширює можливості цих методів, дозволяючи точніше і ефективніше діагностувати і лікувати різні порушення. Для 3D сканування спини існує кілька програм і технологій, які дозволяють створювати точні тривимірні моделі з високою деталізацією. Geomagic Capture — це програмне забезпечення для 3D сканування, яке працює з лазерними сканерами або фотограмметричними пристроями. Воно використовується для створення точних 3D моделей, зокрема для медичних цілей. Artec Studio — це програмне забезпечення для обробки даних, яке працює з 3D сканерами Artec. Воно широко використовується для сканування людей, у тому числі для сканування частин тіла, таких як спина. 3D Systems Sense — це портативний 3D сканер, який можна використовувати разом із спеціальним програмним забезпеченням для сканування людей. Він може бути використаний для створення 3D моделей спини. MeshLab — це потужна програма для обробки 3D сіток, яка дозволяє редагувати та аналізувати 3D моделі. Хоча сама програма не займається скануванням, вона може бути використана для обробки даних, отриманих за допомогою 3D сканерів. KScan3D — це програмне забезпечення, яке підтримує 3D сканери KX-

Scan. KScan3D дозволяє здійснювати швидке і точне сканування людських тіл для створення високоякісних моделей. SolidWorks — це програма для 3D моделювання, яка використовується в багатьох галузях, у тому числі для медичних застосувань, де необхідно створювати точні моделі на основі даних з 3D сканерів. ZBrush — це програмне забезпечення для створення і редагування 3D моделей, яке активно використовується в медичних цілях для детального моделювання органічних форм, зокрема людського тіла.

Ці програми дозволяють отримати точні 3D моделі спини, що можуть бути використані для діагностики, реабілітації, а також для планування ортопедичних або хірургічних втручань.

Список використаних джерел

1. Романюк О. Н., Захарчук М. Д., Коробейнікова Т. І. Використання тривимірної графіки у медичній галузі: *Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи*: збірник тез доповідей Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців (м. Вінниця, 01-14 травня 2021 р.). Вінниця, 2021. С. 212-213.

2. Романюк О. Н., Романюк О. В., Слуківська А. Ю. Аналіз найкращих панорамних сканерів. *Actual problems of science and practice*: тези доп. the 14 th International scientific and practical conference (Stockholm, 27-28 April, 2020). Stockholm, 2020. pp. 554-559.

3. Романюк О. Н., Роман Чехмestрук Р. Ю., Тітова Н. В., Романюк С. О., Котлик С. В. Основні аспекти використання тривимірного моделювання для діагностування генетичних захворювань. *Медико-технічна співпраця заради перемоги: актуальні завдання медичної, біологічної фізики та інформатики*: матеріали III Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Вінниця, 2024, С. 98-102

4. Романюк О. Н., Нечипорук М. Л. Використання морфінгу зображень для медичних застосувань. *Конференція IT-професіоналів та аналітиків комп'ютерних систем «ProfIT Conference»*: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції IT-професіоналів та аналітиків комп'ютерних систем «ProfIT Conference». (м. Харків, 26-28 березня). Харків, 2019. – С. 22-23.

5. Романюк О. Н., Бажан В. М., Михайлов П. І., Чехмestрук Р. Ю. Галузі використання боді-сканерів. *Інформаційно-комп'ютерні технології: збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції (м. Житомир, 01 - 03 квітня 2021 р.)* Житомир, 2021. С. 80-82.