
МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

УДК: 616.288.71-089.85:546.82:549.28:549.261:543.427.4

Бондаренко О. В.

РЕНТГЕН-ФЛУОРЕСЦЕНТНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ПІРСИНГУ

Харківський національний медичний університет (м. Харків)

ol.b84@mail.ru

Робота виконана в рамках плану наукових досліджень Харківського національного медичного університету та є фрагментом комплексної наукової роботи кафедри оториноларингології «Вивчення та моделювання гострих та хронічних патологічних процесів ЛОР органів для підвищення ефективності їх лікування», № державної реєстрації 0116U004985.

Вступ. Рентген-флуоресцентний метод аналізу (РФА) відіграє велику роль в сучасних наукових медичних дослідженнях, завдяки тому, що він є неруйнівним методом [5], що дозволяє проводити багатоелементний аналіз, який відрізняється високою спектральною селективністю до елементів, що визначаються в зразках [7]. Важливою особливістю даного методу є те, що зразки можуть бути рідкими, твердими, у вигляді гелей, плівок. Крім того точність й експресність визначень, простота підготовки зразків, а також можливість одночасного визначення широкого кола елементів, доступність відрізняють даний метод від інших [6]. РФА широко використовується практично у всіх галузях науки і техніки, в тому числі в медицині та біології [3]. Його застосовують при аналізі сталей і сплавів [1]. Завдяки наявності портативних спектрометрів даний метод особливо незамінний при аналізі різних матеріалів *in situ*. Метод РФА заснований на реєстрації характерного флуоресцентного випромінювання елементів, що виникає після опромінення досліджуваного зразка за допомогою зовнішнього джерела рентгенівського випромінювання. Ідентифікація хімічних елементів проводиться по положенню ліній флуоресцентного випромінювання на шкалі енергій характерних для кожного елемента. Інтенсивність цих ліній пропорційна його вмісту, що забезпечує можливість кількісного аналізу. В даний час РФА, завдяки своїм перевагам, таким як: швидкість вимірювань, простота підготовки зразків для досліджень, що не вимагає розкладання проби, широкі діапазони елементів, можливість визначення всіх елементів в одній пробі, є перспективним при аналізі зразків і знаходить широке застосування в медицині. РФА дозволяє вирішувати широкий ряд аналітичних завдань, що стоять перед сучасною медициною, а саме: визначення мікроелементів, при вивченні їх ролі в різних захворюваннях; вивчення впливу забрудненості навколишнього середовища на здоров'я людини; визначення токсичних металів для розробки профілактики захворювань.

Отже, актуальним завданням представляється визначення комплексу основних елементів, властивих виробам для пірсингу, а саме титану, заліза, свинцю, міді тощо, що дозволить робити більш обґрунтовані висновки про їх вплив на дисбіоз шкіри зони пірсингу та тривалість загоєння рани внаслідок маніпуляції пірсингу.

Визначення якісного та кількісного складу металів, з яких вироблені сережки для пірсингу, може в сукупності з іншими лабораторними методами дослідження сприяти запобіганню гнійно-запального процесу у зоні пірсингу та відновлення мікробіоценозу шкіри вушної раковини.

Метою роботи є визначення якісного та кількісного складу металів, з яких вироблені сережки для пірсингу.

Об'єкт і методи дослідження. Для встановлення основного металевого складу виробів для пірсингу використовувався рентген-флуоресцентний спектральний метод. Об'єктами дослідження були вироби для пірсингу. Металізацію виробів для пірсингу досліджували методом рентген-флуоресцентного спектрального аналізу у державній науковій установі «Науково-технологічний комплекс «Інститут монокристалів» НАН України», відділі аналітичної хімії та об'єктів навколишнього середовища лабораторії контролю безпеки хімічної продукції. Прилад призначений для експресного якісного та кількісного аналізу складу металевих сплавів в широкому діапазоні концентрацій. Точність визначення масових часток металів 0,1%. Межі виявлення домішок важких металів у легкій матриці 1 ppm.

Статистична обробка включала розрахунок первинних статистичних показників [2,4].

Результати дослідження та їх обговорення. Було досліджено 93 зразка виробів для пірсингу клінічної групи пацієнтів, які використовувалися після проколу вушної раковини. З них: 37 виробів із сплаву, з них: 22 зразка з залізного сплаву та 15 з мідного; 10 виробів з титану, де 7 виробів з вмістом Ті-93% та 3 зразка, де вміст Ті складав 100%; 25 зразків виробів з золота, з них 20 з медичного та 5 з ювелірного золота та 21 виріб із срібла.

Порівняльний аналіз отриманих результатів і подальша математична обробка дала достовірну інформацію про наявність хімічних елементів у досліджуваних виробках для пірсингу. Як показують результати проведеного спектрального рентген-флуоресцентного аналізу, елементний склад зраз-

ків виробів з ювелірного золота (n=5) був майже ідентичним й представлений: Au – 59,7±0,08%, Cu – 35,8±0,08% – 36,6±0,08%, Ag – 3,2±0,02% – 4,1±0,03%, Zn – 0,3±0,008% – 0,5±0,01%; склад зразків виробів для пірсингу з медичного золота (n=20) був представлений однаковим вмістом елементів: Fe – 41,5±0,11%, Ni – 32,7±0,1%, Cr – 13,5±0,08%, Au – 8,2±0,05% (рис. 1). Вироби із срібла мали невели-

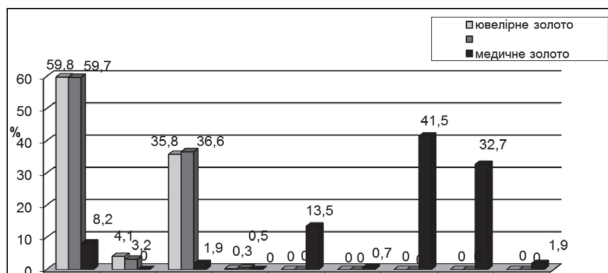


Рис. 1. Спектральний аналіз концентрації металів у зразках виробів для пірсингу з ювелірного та медичного золота (%).

кі розбіжності у елементному складі, а саме: одинадцять виробів мали Ag – 89,2±0,06% – 89,8±0,03%, Cu – 7,3±0,03% – 9,8±0,06%, Zn – 1,1±0,01% – 2,9±0,02%, десять інших зразків мали такий склад: Ag – 93,9±0,03% – 94,9±0,03%, Cu – 3,3±0,025% – 3,9±0,03%, Zn – 1,7±0,02% – 2,2±0,02% (рис. 2).

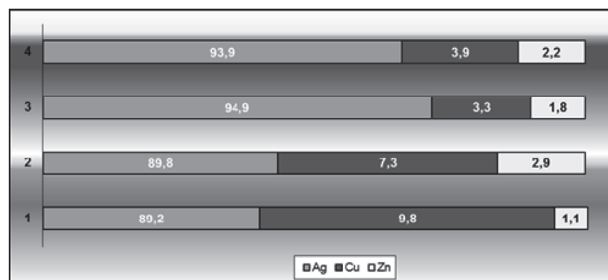


Рис. 2. Спектральний аналіз концентрації металів у зразках виробів для пірсингу із срібла (%).

Що стосується зразків виробів для пірсингу, які містили титан, то їх можна поділити на такі групи: група виробів, що містила тільки цей елемент (n=3 – 100%), та вироби (n=7), де концентрація вмісту Ti – 93,4±0,04%, Al – 1,7±0,03%, V – 4,9±0,04% (рис. 3).

Вироби зі сплавів (37 зразків) за результатами РФА були поділені на 2 групи: 1 група – вироби з мідного сплаву (15 зразків) та 2 група – вироби з

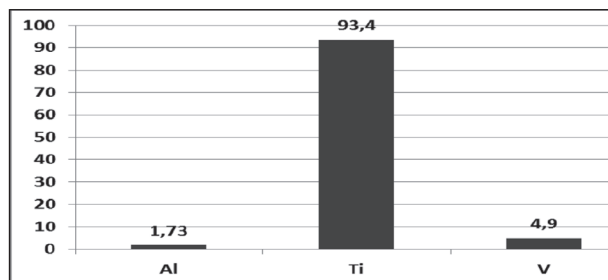


Рис. 3. Спектральний аналіз концентрації металів у зразках виробів для пірсингу з концентрацією Ti 93,4%.

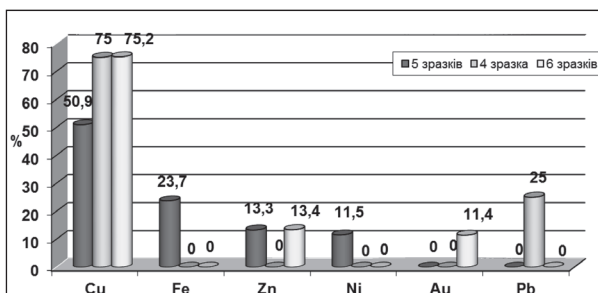


Рис. 4. Спектральний аналіз концентрації металів у зразках виробів для пірсингу з мідного сплаву.

залізного сплаву (22 зразка). Поглиблений спектрофотометричний аналіз зразків сплавів показав, що з 15 зразків виробів з мідного сплаву 5 містили: Cu – 50,9±0,06%, Fe – 23,7±0,05%, Zn – 13,3±0,04%, Ni – 11,5±0,04%; 4 зразка склалися з елементів: Cu – 75±0,05% та Pb – 25±0,05%; 6 зразків мали у своєму елементному складі: Cu – 75,2±0,06%, Zn – 13,4±0,04%, Au – 11,4±0,05% (рис. 4).

Спектральний аналіз Fe у зразках виробів для пірсингу з залізного сплаву показав, що концентрація його коливалась у межах: від 64,5±0,1% до 72,6±0,04%. В усіх представлених зразках містилися такі мікроелементи: Cr (від 10,5±0,04% до 17,5±0,9%), Ni (від 1,1±0,02% до 12,6±0,04%), Mn (від 1,04±0,01% до 14,9±0,05%), Cu (від 0,09±0,003% до 2,4±0,02%). З досліджуваних зразків виробів з залізного сплаву 53,8% містив Mo (від 0,2±0,004% до 1,7±0,007%), 12,8% зразків містили такі елементи: Au (7,2±0,05%), Ti (2,7±0,03%), Co (0,8±0,02%) (табл. 1).

Що стосується інтенсивності флуоресценції виробів з Ti (3 зразка), то слід відмітити досить високий її показник (від 660178 ум. од. до 1421558 ум. од.), аналогічний показник інтенсивності було визначено при РФА дослідженні виробів для пірсингу з Ti 93,4% (7 зразків), який складав 641608 ум. од. (табл. 2).

Визначення ступеня інтенсивності флуоресценції Cu дозволило встановити, що цей показник є максимальним у виробках для пірсингу з мідного сплаву та складає від 12345950 ум. од. до 3360923 ум. од, що достовірно перевищує фонові значення у виробках із золота, срібла та сплаву з міді.

Подальший аналіз отриманих результатів довів, що ступень інтенсивності флуоресценції Zn у дослідних зразках була найменшою у виробках із залізного сплаву та максимальною у виробках з мідного сплаву.

Звертає на себе увагу досить високий ступень інтенсивності флуоресценції Au не тільки у виробках для пірсингу з ювелірного золота (від 692056 ум. од. до 693815 ум. од.), а й у виробках з мідного сплаву (143466 ум. од.), медичного золота (87343 ум. од) та залізного сплаву (72640 ум. од.).

Висновки

1. Результати проведеного спектрального рентген-флуоресцентного аналізу показали, що найбільший вміст мікроелементів з високим ступенем флуоресценції спостерігається у виробках з залізного сплаву.

МЕТОДИ І МЕТОДИКИ

Таблиця 1.

Аналіз вмісту мікроелементів у зразках виробів для пірсингу з залізного сплаву (n=22 %)

№ зразків	n	Мікроелементи (%)								
		Fe	Cr	Ni	Mo	Mn	Cu	Au	Ti	Co
1	4	71,2±0,07	10,5±0,04	1,2±0,02	0	14,9±0,05	2,2±0,03	0	0	0
2	2	64,5±0,1	17,5±0,9	7,2±0,7	0,7±0,006	2,1±0,04	0,3±0,01	7,2±0,05	0	0,8±0,02
3	2	70,8±0,06	12,5±0,04	1,1±0,02	0	13,2±0,04	2,4±0,02	0	0	0
4	3	72,6±0,04	15,3±0,03	1,2±0,01	0	10,1±0,03	0,9±0,01	0	0	0
5	2	69,2±0,07	13,2±0,05	1,5±0,02	0	11,2±0,05	2,1±0,02	0	2,7±0,03	0
6	1	72,3±0,1	17,1±0,09	8,4±0,09	0,3±0,005	1,4±0,03	0,5±0,02	0	0	0
7	2	72,3±0,1	17,2±0,1	8,3±0,1	0,2±0,004	1,5±0,03	0,5±0,02	0	0	0
8	1	70,2±0,06	15,6±0,04	10,9±0,05	1,7±0,007	1,4±0,01	0,2±0,02	0	0	0
9	1	70,6±0,06	15,4±0,04	10,6±0,04	1,6±0,02	1,04±0,01	0,73±0,01	0	0	0
10	3	68,8±0,06	15,4±0,04	12,6±0,04	1,6±0,006	1,49±0,02	0,09±0,003	0	0	0
11	1	68,3±0,1	16,3±0,05	11,7±0,05	1,6±0,007	1,83±0,018	0,33±0,009	0	0	0

Таблиця 2.

Інтенсивність флуоресценції елементного складу у зразках виробів для пірсингу (ум. од.)

мікро-елемент	золото (n=25)		срібло (n=21)	сплав (n=37)		титан (n=10)	
	ювелірне (n=5)	медичне (n=20)		мідний (n=15)	залізний (n=22)	титан 100% (n=3)	титан 93% (n=7)
Fe	0	321947	0	694519	375779-3054699	0	0
Cr	0	88399	0	9323	115701-895832	0	0
Ni	0	227233	0	242710	11841-232714	0	0
Mo	0	74437	0	0	10584-322330	0	0
Mn	0	5594	0	592	10243-517300	0	0
Cu	524039-541237	17361	70784-161400	1234950-3360923	1667-46143	0	0
Au	692056-693815	87343	0	143466	72640	0	0
Ti	0	0	0	0	28286	660178-1421558	641608
Al	0	0	0	0	0	0	16223
V	0	0	0	0	0	0	55144
Nb	0	0	0	0	1438	0	0
Co	0	0	0	0	5792		0
Zn	5625-8820	0	14032-88975	349680-507418	412		0
Ag	76078-94528	0	1740341-4252607	0	0		0
Pb	0	0	0	864383	0	0	0

2. Найбільш стабільними за хімічним спектром є вироби з титану, хірургічної сталі та медичного золота.

3. Максимальний ступінь флуоресценції встановлено у виробів для пірсингу із срібла.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці профілактичних заходів та особливостей лікування ускладнень, які виникають після використання низькоякісних виробів для пірсингу.

Література

1. Алов Н.В. Рентгенофлуоресцентный анализ с полным внешним отражением: физические основы и аналитическое применение / Н.В. Алов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2010. — Т. 76, № 1. — С. 4-14.
2. Колесник Н.А. Теория и практика доказательной медицины / Н.А. Колесник, В.Н. Непомнящий, Е.С. Самусев. – К.: Полиграфплюс, 2006. – 200 с.
3. Куприянова Т.А. Рентгеноспектральный анализ сварных швов живых мягких тканей / Т.А. Куприянова, А.А. Вирюс, М.Н. Филиппов [и др.] // VII Всероссийская конференция по рентгеноспектральному анализу. – 2011. — С. 149.
4. Лапач С.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием EXCEL / С.Н. Лапач, А.В. Губенко, П.Н. Бабич. — К.: Моріон, 2001. — 408 с.
5. Лосев Н.Ф. Основы рентгеноспектрального флуоресцентного анализа / Н.Ф. Лосев, А.Н. Смагунова. — М.: Химия, 1982. – 208 с.
6. Mantouvalou I. Quantification for 3D micro X-ray fluorescence / I. Mantouvalou, W. Malzer, B. Kanngießer // Spectrochimica Acta. — 2012. — V. 77. — P. 9-18.
7. Satović D. Use of portable X-ray fluorescence instrument for bulk alloy analysis on low corroded indoor bronzes / D. Satovic, V. Desnica, S. Fazinik // Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy. — 2013. — V. 89. — P. 7-13.

УДК: 616.288.71-089.85:546.82:549.28:549.261:543.427.4

РЕНТГЕН-ФЛУОРЕСЦЕНТНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ПІРСИНГУ

Бондаренко О. В.

Резюме. Проведений спектральний рентген-флуоресцентний аналіз виробів для пірсингу. Встановлено, що елементний склад з медичного золота був представлений однаковим вмістом елементів. Спектрофотометричний аналіз зразків сплавів показав, що найбільша кількість виробів для пірсингу була з залізного сплаву. Показано, що найменший вміст мікроелементів з високим ступенем флуоресценції спостерігається в виробах з залізного сплаву. Найбільш стабільними за хімічним спектром є вироби з титану, хірургічної сталі та медичного золота. Максимальний ступінь флуоресценції встановлено у виробах для пірсингу зі срібла.

Ключові слова: рентген-флуоресцентний, мікроелементи, пірсинг, сплави.

УДК: 616.288.71-089.85:546.82:549.28:549.261:543.427.4

РЕНТГЕН-ФЛУОРЕСЦЕНТНИЙ СПЕКТРАЛЬНИЙ АНАЛІЗ СОВРЕМЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ПИРСИНГА

Бондаренко О. В.

Резюме. Проведен спектральний рентген-флуоресцентний аналіз изделий для пирсинга. Установлено, что элементный состав изделий из медицинского золота был представлен одинаковым содержанием элементов. Спектрофотометрический анализ образцов сплавов показал, что наибольшее количество изделий для пирсинга было из железного сплава. Показано, что наибольшее содержание микроэлементов с высокой степенью флуоресценции наблюдается в изделиях из железного сплава. Наиболее стабильными по химическому спектру являются изделия из титана, хирургической стали и медицинского золота. Максимальная степень флуоресценции установлена в изделиях для пирсинга из серебра.

Ключевые слова: рентген-флуоресцентный, микроэлементы, пирсинг, сплавы.

UDC: 616.288.71-089.85:546.82:549.28:549.261:543.427.4

X-RAY FLUORESCENCE SPECTROSCOPY OF MODERN PRODUCTS FOR PIERCING

Bondarenko O. V.

Abstract. X-ray fluorescence spectroscopy of piercing products was carried out. It revealed that the elemental composition of product samples made of medical gold included the same content of elements. Spectrophotometric analysis of alloy samples detected that the largest number of piercing products was made of an iron alloy. It is shown that the largest content of microelements with a high degree of fluorescence is observed in products made of an iron alloy. Titanium, surgical steel and medical gold products are the most stable ones by their chemical spectrum. The maximum degree of fluorescence was found out in piercing products made of silver.

X-ray fluorescence (XRF) analytical technique plays a great part in modern medical researches because this method is not invasive, thereby making possible a multivariate analysis, which is notable for its high spectral selectivity to the elements revealed in specimens. An important feature of this technique consists in the fact that the specimens can be liquid, solid, in the form of gels and films. Besides, this method differs from others by the accuracy and rapidity of its detections, easy preparation of specimens as well as possible simultaneous detection of a wide range of elements and availability. XRF is widely used practically in all fields of science and technology, including medicine and biology. It is used in analyzing steels and alloys. Thanks to existence of portable spectrometers this technique is particularly essential for analyzing different materials in situ. The method of XRF is based on registration of the typical fluorescent radiation of elements resulting from irradiation of the tested specimen with help of an external source of X radiation. Chemical elements are identified by the position of fluorescent radiation lines on the scale of energies, typical for each element. The line strength is proportional to the element content, thereby making possible qualitative analysis. At present, owing to such its advantages as rapid detections, easy preparation of specimens for testing that does not require any sample spreading, wide ranges of elements and possible detection of all elements in one sample XRF is promising in specimen analyses and widely used in medicine. XRF makes

possible solution of a wide range of analytical problems, which the modern medicine faces, namely: detection of microelements, when their role in different diseases is examined; study of the effect of environmental contamination on human health; detection of toxic metals for preventing diseases.

Hence, an important task consists in detection of the complex of basic elements, typical for piercing products, namely titanium, iron, lead, copper, etc., thereby making possible more reasonable conclusions concerning their effect on skin dysbiosis in the pierced region and duration of wound healing after piercing manipulations.

Revealing of the qualitative and quantitative content of metals, used for making products for piercing, can together with other laboratory methods of examination facilitate prevention of the pyoinflammatory process in the pierced region and restoration of microbiocenosis in the auricular skin.

Keywords: X-ray fluorescence analysis, microelements, piercing, alloys.

Рецензент — проф. Почерняєва В. Ф.
Стаття надійшла 19.03.2017 року

УДК 616.742–073.7

*Король Д. М., *Тончева К. Д., **Ніколов В. В., ***Онїпко Є. Л., **Єфименко А. С.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ СТАНУ М'ЯЗІВ ЗА ДОПОМОГОЮ УДОСКОНАЛЕНОГО МІОТОНОМЕТРА

*Вищий державний навчальний заклад України

«Українська медична стоматологічна академія» (м. Полтава)

**Стоматологічна клініка фірми «Вітадент» (м. Запоріжжя)

***Стоматологічна клініка «Арт Стоматологія» (м. Запоріжжя)

korolmd@mail.ru

Робота є фрагментом комплексної ініціативної теми кафедри пропедевтики ортопедичної стоматології Вищого державного навчального закладу України «Українська медична стоматологічна академія» «Удосконалення ортопедичних методів профілактики та лікування вторинної адентії, патологічної стерності, уражень тканин пародонту та захворювань СНЩС у дорослих на тлі загальносоматичної патології» (державний реєстраційний № 0111U004872).

Визначення тонузу жувальних м'язів при різних станах у стоматології необхідно для постановки діагнозу та оптимального лікування пацієнтів. Відомі міотометри не задовольняють спеціалістів у сучасних умовах [2,3,4].

Міотометр, що містить шток, з'єднаний з опірною площиною, який дозволяє передавати переміщення опірної площини та щупу стосовно одне одного. Щуп із гумовою насадкою занурюється в товщу м'язу під впливом пружини, розміщеної в корпусі. Сила стиснення пружини визначається шкалою, яка нанесена на корпусі щупа в верхній частині. Під час стискання пружини виходить щуп і занурюється в м'яз, а опірна площина залишається на поверхні шкіри. Ця різниця рівнів передається штоком, що вільно переміщується в прорізі до втулки із закріпленим на ній вимірювальним приладом (годинниковим індикатором). Пружина служить для повернення опірної площини до вихідного рівня [1].

Найбільш близьким до запропонованого є міотометр, що містить шток, встановлений з пружиною зусилля у корпусі, на одному кінці якого встановлений щуп з опорною площиною, на другому кінці штока встановлений годинниковий індикатор та втулка, при цьому на штоці між нижньою кришкою корпусу та опорною площиною розміщено зворотну пружину, який відрізняється тим, що на втулці закрі-

плений показчик зусилля з можливістю руху вздовж шкали для визначення сили стиснення пружини, яка виконана у вигляді проградуїрованої пластини і закріплена на верхній кришці корпусу [5].

Проте відомий міотометр недостатньо зручний у використанні, тому, що шкала для вимірювання сили стиснення пружини розміщується на корпусі приладу, що не дозволяє якісно фіксувати показники під час проведення дослідження та накопичувати і аналізувати одержану інформацію.

Нами поставлено задачу удосконалення міотометра шляхом введення в його конструкцію додаткових елементів, зміни розташування існуючих та принципу дії пристрою, що забезпечить поліпшення зручності при його використанні для визначення показників стану м'язів в динаміці та перехід з розряду механічних датчиків у розряд ультрасучасних портативних пристроїв, здатних з високою точністю збирати, накопичувати та аналізувати одержану інформацію.

Поставлену задачу вирішували створенням міотометра (рис.), що включає корпус, шток, тактиль-

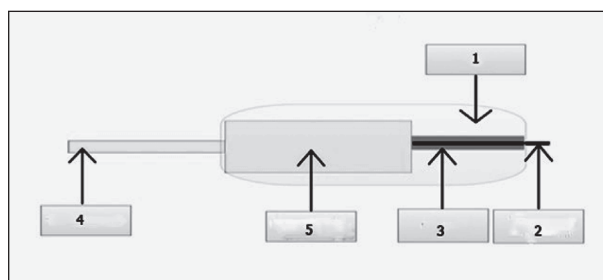


Рис. Схематичне зображення загального вигляду міотометра, де:
1-корпус, 2-шток, 3-пружина, 4-тактильний щуп, 5-WIFI датчик переміщення.