



CENTRAL ASIAN MEDICAL UNIVERSITY “SIMULYATSIYA MARKAZI”



Central Asian Medical University  
**SIMULYATSIYA MARKAZI**

**ELKA BO'GIMIGA INYEKSIYANI BAJARISH TEXNIKASINI  
O'QITISH VA BAHOLASH UCHUN MO'LJALLANGAN  
OBYEKTIV TESKARI ALOQAGA EGA TRENAJYOR  
SIMULYATSIYA XONASI**

bilan ishlash yo`riqnomasi

Farg`ona-2026



## MUNDARIJA

Elka bo’gimiga inyeksiyani bajarish texnikasini o’qitish va baholash uchun mo’ljallangan obyektiv teskari aloqaga ega trenajyor .....	3
Objective feedback simulator for training and evaluation of injection technique ..	7
Симулятор внутрисуставной инъекции в плечевой сустав, предназначенный для обучения и оценки техники выполнения внутрисуставных инъекций .....	12



## Elka bo'g'imiga inyeksiyani bajarish texnikasini o'qitish va baholash uchun mo'ljallangan obyektiv teskari aloqaga ega trenajyor

Yelka bo'g'imiga GD/L70 inyeksiyasining elektron simulyatori - bu elka bo'g'imiga inyeksiyalarni (masalan, kortikosteroidlar, gialuron kislotasi, anestetiklar) bajarish texnikasini o'rgatish va baholash uchun mo'ljallangan obyektiv teskari aloqaga ega yuqori texnologiyali trenajyor.

Model real anatomiya va ta'lim oluvchining xatti-harakatlarining aniqligi, xavfsizligi va ketma-ketligini qayd etuvchi elektron kuzatish tizimini birlashtiradi.

### ***Asosiy xususiyatlar va imkoniyatlar:***

#### ***1. Anatomik aniqlik va realizm:***

Elka kamari va kattalar tanasining yuqori qismi modeli, ko'pincha o'tirib yoki beliga yotib.

Elka bo'g'imining batafsil anatomiyasi:

Suyak yo'nalishlari: Akromion (yelkaning akromial o'sishi), tumshuqsimon o'sish, klyuchitsa, yelka suyagining boshi.

Bo'g'imlar bo'shlig'i: elka boshi va akromion o'rtasidagi bo'shliq.

Yumshoq to'qimalar: Teri, teri osti hujayralari, mushaklar (deltoid, ostki) va real qarshilikka ega bo'lgan qo'shma kapsulalarga taqlid qilish.

Ko'p marta foydalanish uchun almashtiriladigan teri qoplamalari.

#### ***2. Kuzatish va qayta aloqaning elektron tizimi:***

«Aqlli» igna yoki sensorlar tizimi: Trenajyor sensorli maxsus o'quv ignasi yoki uning traektoriyasini real vaqt rejimida kuzatadigan ichki sensorlar tizimi bilan jihozlangan.

Ekranida vizualizatsiya: Kompyuter yoki planshet monitorida:

Suyaklar, qo'shma kapsulalar, tendonlar bo'lgan elka bo'g'imining 3D modeli.

Ignaning chiziq ko'rinishidagi harakat trayektoriyasi.

Maqsadli zona - bo'g'im bo'shlig'i ichidagi maqbul nuqta (masalan, orqa yoki yuqori kirish).

Asosiy parametrlarni ro'yxatdan o'tkazish:



Aniqlik: Igna virtual bo'g "in bo'shlig'iga aniq tushganmi yoki o'tib ketganmi (suyak, tendon, mushak) aniqlanadi.

Chuqurlik: Ortiqcha botishning oldini olish uchun igna kiritish chuqurligi nazorat qilinadi.

Kuch: Texnikaning atravmatikligini baholash uchun qo'shilgan bosim kuzatilmoqda.

Vaqt: Protsedurani bajarishning umumiy vaqti.

Urinishlar soni: Muvaffaqiyatsiz nuqsonlar qayd etilmoqda.

### **3. Bajariladigan ko'nikmalar va tartib-taomillar:**

A. Bo'g "imirlashni bajarish texnikasi (asosiy foydalanish imkoniyatlari):

Orqa kirish (eng keng tarqalgan va xavfsiz):

Belgilari: Akromionning orqa chetini aniqlash, undan pastda bo'g "imning yorig'ini palpatsiya qilish.

Modeldagi texnika: Igna akromionning orqa burchagidan 1-2 sm pastda va medialdan yuqoriga va gorizontal yo'naltiriladi.

Elektron baholash: Tizim igna qo'shma bo'shliqqa elka suyagi boshi yoki akromionga tegmasdan o'tganligini ko'rsatadi.

Old kirish:

Mo'ljallar: Yelka suyagi boshi bilan tumshug'imiz o'rtasidagi oraliq.

Texnika: Tomir-asab nurining yaqinligi tufayli murakkabroq. Ishlov berish alohida aniqlikni talab qiladi.

Lateral (yuqori) kirish: Deltoid mushak orqali.

B. To'liq klinik algoritmi:

1. Tayyorlash: Qo'llarga ishlov berish, preparatni shpritsga to'plash, inyeksiya uchun ignani almashtirish.

2. Palpatsiya va belgilash: Anatomik yo'nalishlarni aniq aniqlash, kiritish nuqtasini markalash (virtual yoki olinadigan terida).

3. Operatsion maydonni qayta ishlash.

4. Teri anesteziyasi (anestetik infiltratsiyaga taqlid qilish).

5. Bo'g "imning punksiyasi: Tanlangan kirishni bajarish.

6. Aspiratsiya (tekshirish): Bo'g "imning ichki holatini tasdiqlash uchun sinovial suyuqlikni aspiratsiya qilishga urinish (modelga taqlid qilish mumkin).

7. Preparatni kiritish.

8. Igna olish va bog'lab qo'yish.



V. Asorotlar va xatolar (taqlid qilish va tanib olish):

Suyakka kiritish (akromion yoki yelka boshi): Tizim virtual suyak to'qimasi bilan aloqani qayd etadi (ekranda - to'qnashuv, taktil - qattiq qarshilik).

Orqa mushak tendonining shikastlanishi: Igna tendon orqali o'tadi, bu tez-tez xato bo'lib, degeneratsiyaga olib keladi.

Idishga yoki nervga tegish (oldindan kirishda): Model «xavfli zona» haqida ovoqli yoki vizual signal berishi mumkin.

Bo'g "imning ichki o'rniga teri osti yoki mushak ichiga yuborish.

#### **4. Dasturiy ta'minot va baholash:**

Ish rejimlari:

O'qitish: maslahatlar, anatomiya va ideal traektoriyani vizualizatsiya qilish.

Mashq: Maslahatlar o'chirildi, parametrlar yozilmoqda.

Imtihon: Hisobot generatsiyasi bilan to'liq obyektiv rejim.

Batafsil hisobot: Har bir urinishdan so'ng tizim hisobotni quyidagi mezonlar bo'yicha baholaydi: urish aniqligi, xatolar soni, vaqt, harakatlarning silliqdigi, bosqichlarga rioya qilish. Yakuniy ball yoki kompetensiya darajasi beriladi.

Simulyatorni qo'llash maqsadlari GD/L70:

Murakkab tartib-taomillarni xolisona o'zlashtirish: Revmatologlar, ortopedlar, travmatologlar, sport tibbiyoti vrachlari, internlarni o'qitish.

Aniqlik va xavfsizlikni oshirish: Qo'shma yoriqqa aniq kirish uchun mushak xotirasini shakllantirish, bu inyeksiya samaradorligi va asoratlarning (to'qimalar atrofiyasi, xaftaga shikast yetkazish) oldini olish uchun juda muhimdir.

Turli imkoniyatlarni taqqoslash va mashq qilish: Barcha asosiy imkoniyatlarni xavfsiz sinab ko'rish va turli klinik holatlar uchun eng maqbulini tanlash imkoniyati (masalan, aniq bo'lsa - orqaga).

Sertifikatlashtirishga tayyorgarlik ko'rish va xolisona baholash: Imtihonlar, tartib-taomillarga kirish va ta'limdagi taraqqiyotni baholash uchun ideal vosita.

Yondashuvni standartlashtirish: Tartib-taomilni bajarishning yagona, to'g'ri algoritmini shakllantirish.

O'quv stsenariysi namunasi (imtihon rejimida):

Topshiriq: "Orqa kirish orqali qo'shimchali kapsulit ("muzlatilgan elka") belgilari bo'lgan bemorga o'ng elka bo'g' imiga kortikosteroid inyeksiyasini bajaring.



***Tizimning bajarilishi va baholanishi:***

1. Tayyorgarlik (elektronika bilan baholanmaydi, lekin vaqt bilan qayd etiladi).
2. Palpatsiya va belgilash: O'quvchi akromionning orqa chetini palpatsiya qiladi. (Tizim sensorlar orqali palpatsiyaning to'g'riligini tasdiqlashi mumkin).
3. Dalaga ishlov berish.
4. Punksiya: Ta'lim oluvchi igna kiritadi. Ekranda real vaqtda igna trayektoriyasi ko'rsatiladi.

Xato 1: Igna juda yuqori va virtual akromionga tegadi. Ekranda qizil rangdagi chaqnash, hisobotga «Suyak bilan aloqa (akromion)» degan belgi kiritiladi.

O'quvchi ignani qisman chiqarib, burchakni o'zgartiradi.

Muvaffaqiyat: Ikkinchi urinishda trayektoriya virtual qo'shma kapsuladan o'tadi va bo'g'imning bo'shlig'ida to'xtaydi. Ekranda - zonaning yashil chiroqlari, muvaffaqiyat signali.

5. Aspiratsiya va preparatni kiritishga taqlid qilish.
6. Protsedurani yakunlash.

***Tizimning yakuniy hisoboti:***

Vaqt: 2 min. 15 sek.

Urish aniqligi: 2-urinishda erishildi.

Tanqidiy xatolar: 1 (suyak bilan aloqa).

Umumiy baho: Qoniqarli. Dastlabki kiritishning aniqligini yaxshilash talab etiladi.

***Debriefing (instruktor bilan muhokama qilish uchun asosiy savollar):***

1. Orqa kirishni bajarishda qaysi anatomik tuzilmalar xavf ostida?
2. Bo'g'imning ko'zga tashlanishida palpatsiya va punksiya texnikasi qanday o'zgaradi?
3. Agar aspiratsiya qilish paytida qon olinsa, nima qilish kerak?
4. Kortikosteroidlarning artikulyar inyeksiyasiga mutlaq va nisbiy kontrendikatsiyalar qanday?

Elektron simulyator GD/L70 bo'g'imlar ichidagi inyeksiyalarni o'qitishni ustoz tajribasiga asoslangan sub'ektiv san'atdan aniq, o'lchanadigan fanga aylantiradi. Bu haqiqiy bemorlar bilan ishlashdan oldin texnik kompetensiyaning yuqori darajasini shakllantirish imkonini beradi, bu esa davolash samaradorligi, xavfsizligi va shifokorning kasbiy ishonchiga bevosita ta'sir qiladi.



## Objective feedback simulator for training and evaluation of injection technique

Electronic Intracavitary Shoulder Joint Injection Simulator GD/L70 is a high-tech trainer with objective feedback, designed for teaching and assessing the technique of performing intra-articular injections into the shoulder joint (e.g., administration of corticosteroids, hyaluronic acid, anesthetics).

The model combines realistic anatomy with an electronic tracking system that records the accuracy, safety, and sequence of the learner's actions.

### ***Key features and capabilities:***

#### ***1. Anatomical Accuracy and Realism:***

Model of the shoulder girdle and upper torso of an adult, typically in a sitting or supine position.

Detailed anatomy of the shoulder joint:

Bone landmarks: Acromion (acromial process of the scapula), coracoid process, clavicle, humeral head.

Joint space: Palpable space between the humeral head and the acromion.

Soft tissues: Simulation of skin, subcutaneous tissue, muscles (deltoid, supraspinatus) and the joint capsule with realistic resistance.

Replaceable skin covers for multiple uses.

#### ***2. Electronic Tracking and Feedback System:***

"Smart" needle or sensor system: The trainer is equipped with a specialized training needle containing sensors or a system of internal sensors that track its trajectory in real-time.

On-screen visualization: A computer or tablet monitor displays:

A 3D model of the shoulder joint with bones, joint capsule, tendons.

The needle's movement trajectory as a line.

The target zone – the optimal point within the joint cavity (e.g., posterior or anterior approach).

Recording of key parameters:

Accuracy: Registers whether the needle entered the virtual joint cavity precisely or missed it (hitting bone, tendon, muscle).



Depth: Controls needle insertion depth to prevent excessive penetration.

Force: Tracks applied pressure to assess the atraumatic nature of the technique.

Time: Total procedure time.

Number of attempts: Registers unsuccessful punctures.

### **3. Skills and Procedures Practiced:**

A. Technique for Performing Intra-articular Injection (Primary Approaches):

Posterior Approach (most common and safe):

Landmarks: Identifying the posterior edge of the acromion, palpating the joint space inferior to it.

Technique on the model: The needle is inserted 1-2 cm inferior and medial to the posterolateral corner of the acromion, directed horizontally and slightly upward towards the coracoid process.

Electronic assessment: The system will show if the needle passed through the capsule into the joint cavity without striking the humeral head or acromion.

Anterior Approach:

Landmarks: The interval between the humeral head and the coracoid process.

Technique: More complex due to proximity of the neurovascular bundle. Practice requires exceptional precision.

Lateral (Superior) Approach: Through the deltoid muscle.

B. Full Clinical Algorithm:

1. Preparation: Hand hygiene, drawing up medication into a syringe, changing to an injection needle.

2. Palpation and Marking: Precise identification of anatomical landmarks, marking the insertion point (virtually or on the replaceable skin).

3. Site Preparation: Sterile preparation of the operative field.

4. Skin Anesthesia: Simulation of local anesthetic infiltration.

5. Joint Puncture: Execution of the chosen approach.

6. Aspiration (Test): Attempt to aspirate synovial fluid to confirm intra-articular position (can be simulated on the model).

7. Medication Administration.

8. Needle Withdrawal and Dressing Application.



#### C. Complications and Errors (Simulation and Recognition):

Injection into bone (acromion or humeral head): The system registers contact with virtual bone tissue (on-screen collision, tactile hard resistance).

Supraspinatus tendon injury: The needle passes through the tendon, a common error leading to degeneration.

Hitting a blood vessel or nerve (in the anterior approach): The model can provide an auditory or visual signal for an "unsafe zone."

Subcutaneous or intramuscular injection instead of intra-articular.

#### **4. Software and Assessment:**

Operating Modes:

Training: With prompts, visualization of anatomy and ideal trajectory.

Practice: Prompts disabled, parameter recording active.

Examination: Fully objective mode with report generation.

Detailed Report: After each attempt, the system generates a report assessing criteria: hit accuracy, number of errors, time, smoothness of movements, adherence to steps. A final score or competency level is assigned.

#### **Application Goals of the GD/L70 Simulator:**

Objective Mastery of a Complex Procedure: Training for rheumatologists, orthopedists, traumatologists, sports medicine physicians, interns.

Improving Accuracy and Safety: Developing "muscle memory" for accurately targeting the joint space, which is critical for injection efficacy and preventing complications (tissue atrophy, ossification, cartilage damage).

Comparing and Practicing Different Approaches: The ability to safely try all primary approaches and choose the optimal one for different clinical cases (e.g., posterior approach for significant effusion).

Preparation for Certification and Objective Assessment: An ideal tool for exams, granting procedure privileges, and assessing learning progress.

Standardization of Approach: Establishing a unified, correct procedural algorithm.

#### **Example Training Scenario (in Examination Mode):**

Task: "Perform an intra-articular corticosteroid injection into the right shoulder joint of a patient with signs of adhesive capsulitis ('frozen shoulder') using the posterior approach."



Execution and System Assessment:

1. Preparation (not electronically assessed, but timed).
2. Palpation and Marking: Learner palpates the posterior edge of the acromion. (System may confirm correct palpation via sensors).
3. Site Preparation.
4. Puncture: Learner inserts the needle. The needle trajectory is displayed on-screen in real-time.

Error 1: The needle veers too high and contacts the virtual acromion. A red flash appears on screen, and the report logs: `"Bone contact (acromion)."`

Learner partially withdraws the needle, adjusts the angle.

Success: On the second attempt, the trajectory passes through the virtual joint capsule and stops within the joint cavity. On-screen green highlighting of the zone and an auditory success signal.

5. Simulated Aspiration and Medication Administration.
6. Procedure Completion.

***Final System Report:***

Time: 2 min 15 sec.

Hit Accuracy: Achieved on the 2nd attempt.

Critical Errors: 1 (bone contact).

Overall Assessment: Satisfactory. Requires improvement in initial insertion accuracy.

***Debriefing (Key Questions for Instructor-led Review):***

1. Which anatomical structures are at risk when performing the posterior approach?
2. How do palpation and puncture techniques change in the presence of significant joint effusion?
3. What actions should be taken if blood is aspirated during the test aspiration?
4. What are the absolute and relative contraindications for intra-articular corticosteroid injections?

The GD/L70 Electronic Simulator transforms the training of intra-articular injections from a subjective art based on a mentor's experience into a precise,



measurable discipline. It allows for the development of a high level of technical competence before working with real patients, which directly impacts treatment efficacy, safety, and the physician's professional confidence.



## **Симулятор внутрисуставной инъекции в плечевой сустав, предназначенный для обучения и оценки техники выполнения внутрисуставных инъекций**

Электронный симулятор внутрисуставной инъекции в плечевой сустав GD/L70 - это высокотехнологичный тренажер с объективной обратной связью, предназначенный для обучения и оценки техники выполнения внутрисуставных инъекций в плечевой сустав (например, введение кортикостероидов, гиалуроновой кислоты, анестетиков).

Модель сочетает в себе реалистичную анатомию и электронную систему отслеживания, которая фиксирует точность, безопасность и последовательность действий обучающегося.

### ***Ключевые характеристики и возможности:***

#### ***1. Анатомическая точность и реализм:***

Модель плечевого пояса и верхней части туловища взрослого человека, чаще в положении сидя или лежа на спине.

Детализированная анатомия плечевого сустава:

Костные ориентиры: Акромион (акромиальный отросток лопатки), клювовидный отросток, ключица, головка плечевой кости.

Суставная щель: Пальпируемое пространство между головкой плеча и акромионом.

Мягкие ткани: Имитация кожи, подкожной клетчатки, мышц (дельтовидной, надостной) и суставной капсулы с реалистичным сопротивлением.

Сменные кожные покровы для многократного использования.

#### ***2. Электронная система отслеживания и обратной связи:***

«Умная» игла или система датчиков: Тренажер оснащен специальной учебной иглой с датчиками или системой внутренних сенсоров, которые отслеживают её траекторию в реальном времени.

Визуализация на экране: На мониторе компьютера или планшета отображается:



3D-модель плечевого сустава с костями, суставной капсулой, сухожилиями.

Траектория движения иглы в виде линии.

Целевая зона - оптимальная точка внутри суставной полости (например, задний или верхний доступ).

Регистрация ключевых параметров:

Точность: Фиксируется, попала ли игла точно в виртуальную суставную полость или прошла мимо (в кость, сухожилие, мышцу).

Глубина: Контролируется глубина введения иглы для предотвращения избыточного погружения.

Усилие: Отслеживается прилагаемое давление для оценки атравматичности техники.

Время: Общее время выполнения процедуры.

Количество попыток: Фиксируются неудачные проколы.

### **3. Отрабатываемые навыки и процедуры:**

А. Техника выполнения внутрисуставной инъекции (основные доступы):

Задний доступ (наиболее частый и безопасный):

Ориентиры: Определение заднего края акромиона, пальпация суставной щели ниже него.

Техника на модели: Игла вводится на 1-2 см ниже и медиальнее заднего угла акромиона, направляется горизонтально и слегка вверх в сторону клювовидного отростка.

Электронная оценка: Система покажет, прошла ли игла через капсулу в суставную полость, не задев головку плечевой кости или акромион.

Передний доступ:

Ориентиры: Промежуток между головкой плечевой кости и клювовидным отростком.

Техника: Более сложный из-за близости сосудисто-нервного пучка. Отработка требует особой точности.

Латеральный (верхний) доступ: Через дельтовидную мышцу.

Б. Полный клинический алгоритм:

1. Подготовка: Обработка рук, набор препарата в шприц, замена иглы для инъекции.



2. Пальпация и разметка: Точное определение анатомических ориентиров, маркировка точки введения (виртуально или на съемной коже).

3. Обработка операционного поля.

4. Анестезия кожи (имитация инфильтрации анестетиком).

5. Пункция сустава: Выполнение выбранного доступа.

6. Аспирация (проверочная): Попытка аспирации синовиальной жидкости для подтверждения внутрисуставного положения (на модели может имитироваться).

7. Введение препарата.

8. Извлечение иглы и наложение повязки.

В. Осложнения и ошибки (имитация и распознавание):

Введение в кость (акромион или головку плеча): Система регистрирует контакт с виртуальной костной тканью (на экране - столкновение, тактильно - жесткое сопротивление).

Повреждение сухожилия надостной мышцы: Игла проходит через сухожилие, что является частой ошибкой, ведущей к дегенерации.

Попадание в сосуд или нерв (при переднем доступе): Модель может подавать звуковой или визуальный сигнал об "опасной зоне".

Подкожное или внутримышечное введение вместо внутрисуставного.

#### **4. Программное обеспечение и оценка:**

Режимы работы:

Обучение: С подсказками, визуализацией анатомии и идеальной траектории.

Тренировка: Подсказки отключены, ведется запись параметров.

Экзамен: Полностью объективный режим с генерацией отчета.

Детализированный отчет: После каждой попытки система генерирует отчет с оценкой по критериям: точность попадания, количество ошибок, время, плавность движений, соблюдение этапов. Присваивается итоговый балл или уровень компетенции.

Цели применения симулятора GD/L70:

Объективное освоение сложной процедуры: Обучение ревматологов, ортопедов, травматологов, врачей спортивной медицины, интернов.



Повышение точности и безопасности: Формирование "мышечной памяти" для точного попадания в суставную щель, что критически важно для эффективности инъекции и предотвращения осложнений (атрофия тканей, оссификация, повреждение хряща).

Сравнение и отработка разных доступов: Возможность безопасно попробовать все основные доступы и выбрать оптимальный для разных клинических случаев (например, при выраженном выпоте - задний доступ).

Подготовка к сертификации и объективная оценка: Идеальный инструмент для экзаменов, допуска к процедуре и оценки прогресса в обучении.

Стандартизация подхода: Формирование единого, правильного алгоритма выполнения процедуры.

***Пример учебного сценария (в режиме экзамена):***

***Задание: «Выполните внутрисуставную инъекцию кортикостероида в правый плечевой сустав пациенту с признаками адгезивного капсулита («замороженное плечо») через задний доступ».***

Ход выполнения и оценка системой:

1. Подготовка (не оценивается электроникой, но фиксируется временем).

2. Пальпация и разметка: Обучающийся пальпирует задний край акромиона. (Система может подтвердить правильность пальпации через сенсоры).

3. Обработка поля.

4. Пункция: Обучающийся вводит иглу. На экране в реальном времени отображается траектория иглы.

Ошибка 1: Игла уходит слишком высоко и касается виртуального акромиона. На экране вспышка красного цвета, в отчет вносится пометка: «Контакт с костью (акромион)».

Обучающийся частично извлекает иглу, меняет угол.

Успех: При повторной попытке траектория проходит через виртуальную суставную капсулу и останавливается в полости сустава. На экране — зеленая подсветка зоны, звуковой сигнал успеха.

5. Имитация аспирации и введения препарата.

6. Завершение процедуры.



***Итоговый отчет системы:***

Время: 2 мин 15 сек.

Точность попадания: Достигнута со 2-й попытки.

Критические ошибки: 1 (контакт с костью).

Общая оценка: Удовлетворительно. Требуется улучшение точности первоначального введения.

***Дебрифинг (ключевые вопросы для разбора с инструктором):***

1. Какие анатомические структуры находятся в зоне риска при выполнении заднего доступа?
2. Как изменится техника пальпации и пункции при выраженном выпоте в суставе?
3. Что делать, если при попытке аспирации получена кровь?
4. Каковы абсолютные и относительные противопоказания к внутрисуставной инъекции кортикостероидов?

Электронный симулятор GD/L70 преобразует обучение внутрисуставным инъекциям из субъективного искусства, основанного на опыте наставника, в точную, измеримую дисциплину. Он позволяет сформировать высокий уровень технической компетенции до работы с реальными пациентами, что напрямую влияет на эффективность лечения, безопасность и профессиональную уверенность врача.