

# ПРАКТИЧНЕ КЕРІВНИЦТВО

## ПРАКТИЧНЕ РАДІАЦІЙНЕ ТЕХНІЧНЕ КЕРІВНИЦТВО МУЛЯЖНІ РОБОТИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ТЕРАПІЇ

Міжнародна Агенція з атомної енергії. Відень, 1999

## PRACTICAL RADIATION TECHNICAL MANUAL MOULDROOM TECHNIQUES FOR TELETHERAPY INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY VIENNA, 1999

### ДОВІДНИК З МУЛЯЖНИХ РОБІТ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ТЕРАПІЇ

#### ПЕРЕДМОВА

#### ПРИЗНАЧЕННЯ МУЛЯЖНОЇ КІМНАТИ ПРИ ТЕЛЕРАДІОТЕРАПІЇ

Роботи в муляжній кімнаті необхідні, щоб отримати найкращі результати від дистанційної терапії. Вони спрямовані на:

- гарантування, що положення ділянки тіла пацієнта, яка опромінюється, залишається від початку до кінця сеансу радіотерапії незмінним;
- гарантування, що напрямки опромінення, визначені на зображеннях і при плануванні, можуть бути точно відтворені при кожному сеансі;
- гарантування, що за умови рішення при плануванні опромінювати більш ніж один об'єм, ці об'єми будуть залишатися постійними і відтворюваними кожний відносно інших;
- нанесення контурів для планування телетерапії;
- полегшення точного наведення кожного індивідуального напрямку опромінення відносно положення пацієнта і терапевтичного апарата;
- виготовлення і монтаж блоків чи екранів у межах певного поля для надійного і відтворюваного захисту нормальних тканин і чутливих органів;
- виготовлення і монтаж компенсаторів із болусного матеріалу в межах певного поля для надійної і відтворюваної модифікації струменя за необхідності.

#### ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ІММОБІЛІЗАЦІЇ

Підхід до іммобілізації розпочинається з оцінки анатомічної ділянки, захворювання і вибору відповідного терапевтичного апарата. Особлива увага приділяється маневреності кожного методу, щоб його можна було застосувати для іммобілізації з різною метою.

Іммобілізація застосовується найчастіше при лікуванні раку ротової і носових порожнин та пухлин головного мозку. Оскільки анатомія цих ділянок надто рухлива, пристрої іммобілізації повинні не тільки гарантувати зберігання симетричного положення голови, але також підтримку певного кута флексії і екстензії шиї (що необхідно за лікування гіпофіза на протилежність лікуванню гортані). Чутливими структурами в цьому регіоні є переважно очі і спинний мозок, але за обставин вусна слинна залоза і частина мозку можуть потребувати обмеження дози. Цього можна досягти плануванням струменя із захисними екранувальними блоками в межах обраних напрямків опромінення.

При лікуванні великих центральних об'ємів виникає необхідність екстенсивного формування струменя. Зазвичай це використовується за лікування хвороби Годжкіна, коли при верхньому мантийно-опроміненні необхідно екранувати більшу частину легенів. Опромінення нижньої частини тулуба, яке застосовується для двостороннього лікування тазових вузлів і центрального лікування парааортальних вузлів, вимагає захисту кишківника і нирок для запобігання тяжкої нудоти і ниркового ураження (інвертованої Y).

Один із найбільших викликів для муляжної становить іммобілізація дитини при краніо-спінальному опроміненні. Це є головне, оскільки не тільки окремі об'єми (вміст черепа, задня мозкова ямка і весь хребтовий мішок) потребують обчислюваного лікувального опромінювання, але і всі окремі ліковані об'єми мають бути точно відтворені один відносно іншого. Це необхідно задля уникнення або недоопромінення з наступним інкурабельним рецидивом пухлини, або переопромінення на ділянці суперпозиції полів з розвитком паралічу.

Методи розвивалися протягом багатьох років незалежно в багатьох центрах. Отже, не є несподіваним, що багато різних методів розроблено для досягнення одних і тих же самих цілей. Вибір тієї чи іншої техніки для будь-якого центру залежить від навичок, наявного штату і балансу між швидким чи більш точним методом та вартістю і доступністю матеріалів.

Такі використовувані в муляжній матеріали як креми для обличчя, поліетиленові плівкові мішки, тканинні мішки, рис і цукор легко придбати в місцевому магазині, а на матеріали типу термопластичної сітки, полістиролових блоків, товстого плексигласу, сплавів низької температури плавлення або стоматологічних матеріалів для відбитків необхідна ідентифікація джерел постачання.

Аналогічно, таке обладнання як звичайні молотки, дрилі, наждачний папір, шліфувальні круги та пили постачаються з місцевого магазину, тоді як спеціалізоване обладнання, наприклад, пантографи або спеціальні кусачки, розробляється для конкретних муляжних процедур.

## ОБ'ЄКТИ ІММОБІЛІЗАЦІЇ

Бажана ступінь нерухомості залежить від близькості лікованої мішені до чутливої структури. Це, в свою чергу, повинно вплинути на рішення щодо типу використовуваного пристрою іммобілізації.

Як приблизний орієнтир пропонуються такі ступені іммобілізації:

- Радіохірургія < 1 мм
- Голова і шия — лінак < 3 мм
- Голова і шия — кобальт < 5 мм
- Грудна клітка ~ 10 мм
- Таз ~ 15 мм

Слід зазначити, що ці цифри надані в припущенні, що використовуються найкращі зображення, планування та формування струменя. Вигоди для пацієнта досягаються тільки, якщо весь процес високої якості.

## ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ

Якщо дорослий чи дитина має бути підданий муляжній процедурі, адекватні загальні консультації є необхідною умовою для отримання повного співробітництва. Подальша увага до загального комфорту пацієнта, яка проявляється контролем температури обладнання, використанням подушок або болюсних мішків, допоможе досягти найкращих результатів.

На кожному етапі радіотерапевтичного процесу зручне положення пацієнта є істотним, і має бути використано все, що необхідне для досягнення достатньої нерухомості пацієнта під час лікування.

Якщо потрібні іммобілізаційні пристрої, слід подбати, щоб їх однакові комплекти були в муляжній, кабінетах отримання зображень і біля кожного мегавольтного апарата. Кожна індивідуальна деталь повинна бути позначена ідентифікаційним номером, щоб забезпечити використання такої самої у всіх аспектах іммобілізації, візуалізації та лікування.

## ІММОБІЛІЗАЦІЯ ГОЛОВИ І ШИЇ

### ПЛИТИ

Плити зазвичай необхідні для розміщення голови і шиї в інших підголовниках (див. стор 7). Деякі центри є прихильниками кріплення плити до стільниці, щоб запобігти переміщенню пацієнта разом із пристроєм іммобілізації.

## ПІДСТАВКИ ДЛЯ ГОЛОВИ І ШИЇ

Вони призначаються для забезпечення комфорту пацієнта. Вибір залежить від необхідного положення голови [долілиць, горілиць чи боком]. Похилий клин може бути необхідним для доповнення згинання ший.

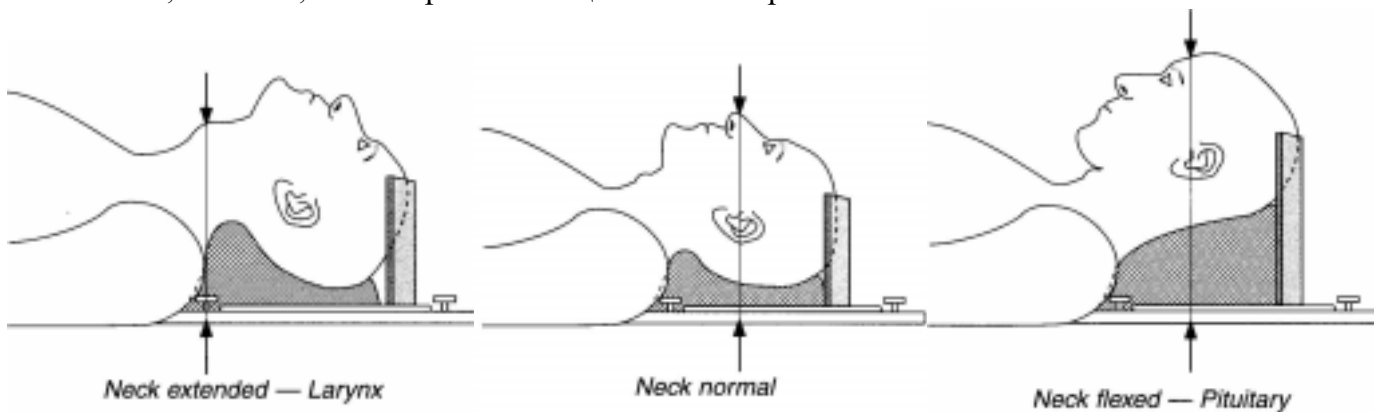
Деякі альтернативи включають:

### а) Болюсна сумка

Болюсна сумка: проста тканинна сумка, розміром 12 x 25 см, наповнена рисом або іншим тканин-ноеквівалентним наповнювачем, може бути вставлена під шию пацієнта, тоді як голова лежить горілиць чи боком. Це особливо зручно при паліативному лікуванні мозку з використанням глибокого ікс-променевого [DXR] опромінення. Пацієнт тоді розміщується в лівій і правій бічних позиціях. Це забезпечує комфорт у збереженні положення центральної площини голови пацієнта паралельно столу;

### б) Попередньо сформовані стандартні шийні підставки

Попередньо сформовані стандартні шийні підставки можуть бути куплені або виготовлені у вигляді наборів від 5 до 6 різних форм для досягнення різного ступеня згинання ший. Використовують для виготовлення, зазвичай, тонкі шари низької щільності матеріалів.



### в) Пінопласт

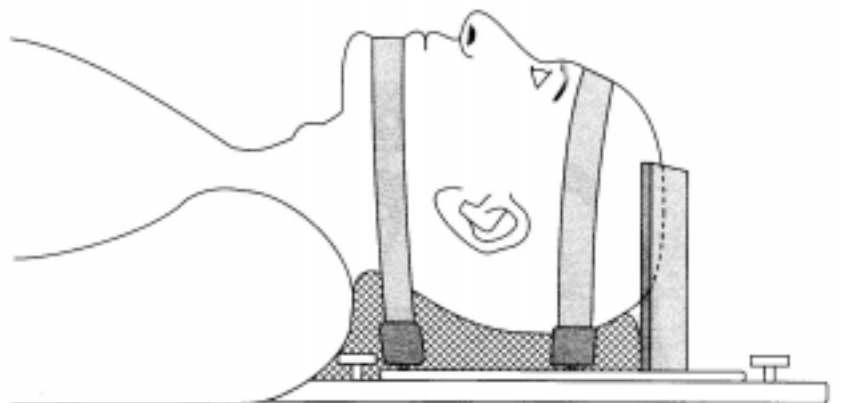
Цей метод особливо корисний, коли незвичні (бічні) положення голови або голови і плеча бажано відтворити кілька разів.

### г) Вакуумний замок

Вакуумна система блокування (див. стор 10) є найбільш ефективною, якщо необхідна іммобілізація голови і плечей. Це громіздке устаткування для використання в якості заміника простої шийної підставки.

## РЕМЕНІ БЕЗПЕКИ

Найпростішими засобами обмеження рухів можуть бути смужки з липкої стрічки, гіпсова пов'язка, термопласт або «рідкий бинт Scotch-cast™», прикріплені до ліжка або плити. Вони в змозі допомогти іммобілізації пацієнта, але мають серйозні обмеження в отриманні відтворювання положень із зображень чи відтворювань позиції протягом фракцій опромінення.

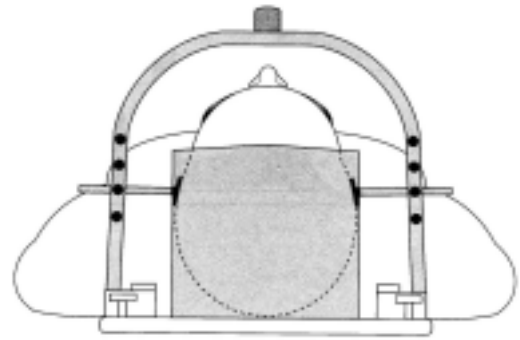


## МЕХАНІЧНІ ФІКСАТОРИ

Готові пристрої для бокової фіксації голови або утримання переважно лоба, рота (прикус-блок) чи підборіддя.

### *бічні затискачі*

Вони мають обмежену застосовність у збереженні нерухомості голови і утриманні приблизно вертикального положення протягом кожної фракції. Вони не мають значення для відтворюваності.



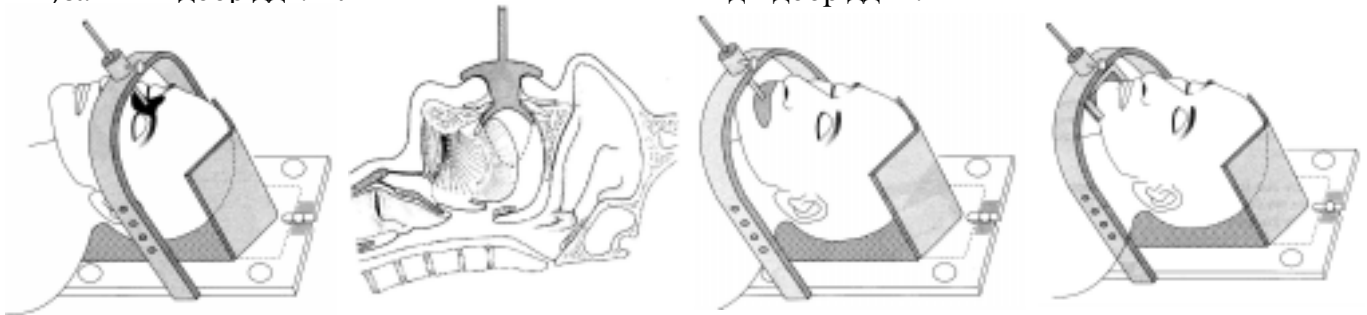
### *Фіксація середньої лінії*

Це варіації дуги або арки над центром голови, які мають відповідно:

а) лобний блок: тверда лапка для затискання перенісся. Може бути виготовлений з термопластику або стоматологічного матеріалу.

б) прикус-блок: форма виготовляється зі стоматологічного матеріалу на прикус пацієнта. Альтернативою є використання розігрітого термопластичного матеріалу, сформованого при його охолодженні прикусом пацієнта.

в) зажим підборіддя: мілкий диск, що поміщається під підборіддям.



### *Запис позиції*

Для досягнення як іммобілізації, так і відтворюваності пристрої вимагають позначення мітками всіх змінних позиції. Мітки повинні бути перевірені і записані в муляжній (див. стор. 16), затим перенесені в карту пацієнта.

## МАСКИ ДЛЯ ОБЛИЧЧЯ

Останнього часу отримали визнання як найкращі два різних методи іммобілізації для традиційного лікування з точністю близько 2 мм відтворення позиції протягом усіх фракцій. У всіх випадках волосся і борода повинні бути коротко підстрижені, щоб отримати найближчий доступ до кісткових і м'якотканинних структур.

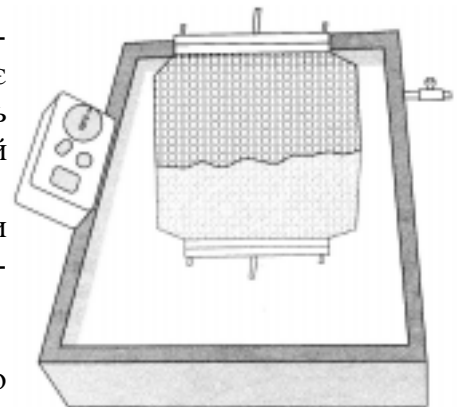
### *Термопластичні маски*

Термопластичні маски для обличчя, безумовно, становлять найконкурентоспроможніший варіант іммобілізації. Їх перевагами є легкість і негайність підготовки маски. Недолік — висока вартість одиниці, зменшити яку можна повторним використанням, зазвичай розумним до п'яти разів.

• Виберіть відповідний розмір листа — замочіть у ванні теплої води до пом'якшення. Необхідна температура зазвичай становить близько 75°C. Постацьальник кожної системи вказує цю цифру.

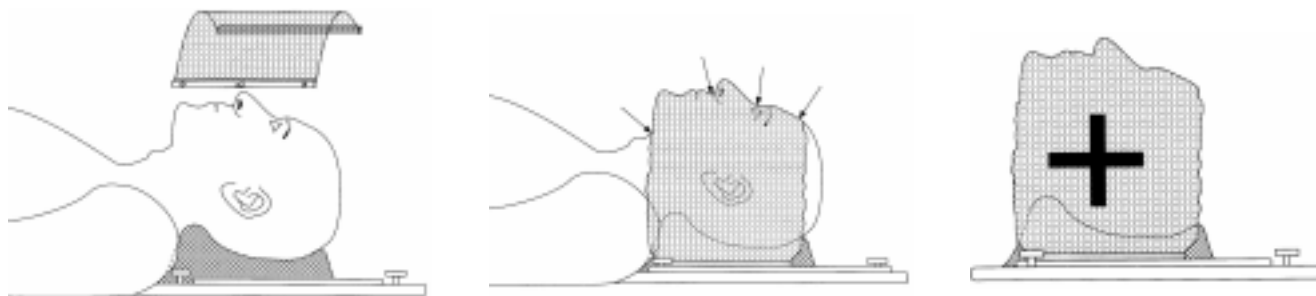
• Вийміть лист з води, коли він рівномірно нагріється, і висушіть.

• Розтягніть теплий, сухий лист навколо обличчя, затискаючи його в потрібне положення на опорній плиті, і сформуєте навколо носа і очей. Все це потрібно зробити приблизно за 4 хвилини.



• Наклейте липку стрічку на маску вздовж центральних осей поля позиціювання струменя і відмітьте попередні координатні точки поля. Стрічка повинна перевищувати розмір осей поля позиціювання струменя. Це дозволить легко точно маркувати поле при повторному використанні маски.

- Уникайте різання маски, якщо це не потрібно.
- Після завершення курсу променевої терапії, маску можна знову нагріти, щоб повернути їй близьку до первісної форму для повторного використання.



### *Маски вакуумного формування*

Маски вакуумного формування вимагають головних витрат на вакуумний формувач і його технічне обслуговування. Процес виготовлення маски вакуумної формовки може зайняти день, оскільки потребує спершу створення гіпсовою пов'язкою форми обличчя, яка далі вкривається шаром штукатурки повільного отвердіння. Витрати на таку маску значно нижчі, ніж на термопластичну, але вона не може бути повторно використана, що робить затрати схожими з термопластичною. Техніка виготовлення вимагає більшої майстерності, але може мати переваги в точності маркування поля, вхідної і вихідної точок і нанесення контурів.

Процес виготовлення масок включає в себе такі етапи:

- Вкрити ділянку кремем для обличчя або пластиковою плівкою.
- Наложити гіпсову пов'язку на обличчя, дати затвердіти, після чого зняти.
- Сформувати гіпсові греблі, щоб залишити шию відкритою і застосувати антиадгезивний агент всередині. Залити гіпс для муляжу. Дати затвердіти, затим вийняти.
- У вакуумній формі нанести нагрітий пластик чи оргскло на поверхню муляжу. Зазвичай товщина покриття близько 2 мм.
- Обрізати зайвий пластик чи оргскло.
- Положити голову/шию хворого нерухомо в потрібне положення під симулятор для контролю.
- Закріпити ремені маски до плити для збереження позиції.

## **ІММОБІЛІЗАЦІЯ ТУЛУБА**

### **КОЛИСКИ ДЛЯ ТІЛА**

Використовуються для опромінення верхнього і нижнього півтіла та краніо-спінального опромінення.

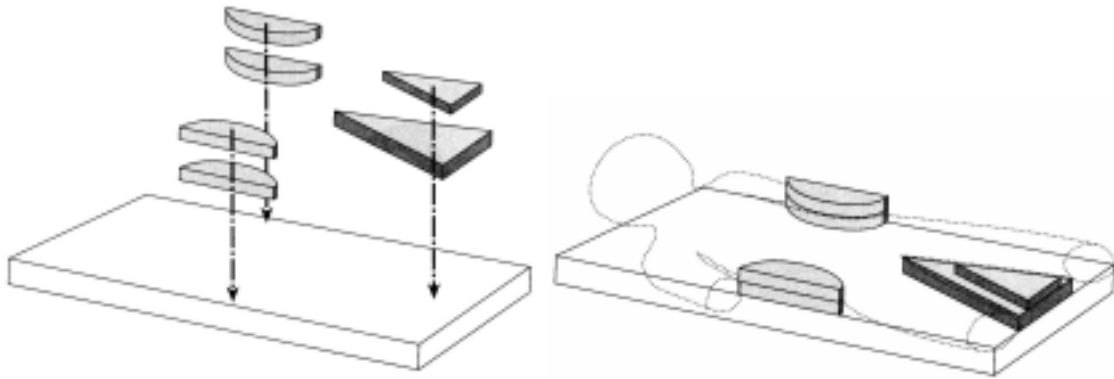
#### **Широкі пінопластові (полістиренові) колиски**

Особливо корисні для бічних підголівників, опромінювання верхнього і нижнього півтіла і для тіла при краніо-спінальному опромінюванні.

*Метод I: Це недорого, використовуються легкодоступні листи пінопласту*

Листи пінопласту близько 5 см завтовшки можуть бути формовані і ламіновані для встановлення

ПОЛОЖЕН:



*Метод II: Більш точні методи з використанням спеціальних матеріалів*

Простіший метод з використанням пінополістирольних продуктів з додаванням двох рідких сполук у поліетиленовий пакет, укладанням пацієнта на нього і дозволом сполукам реагувати з формуванням жорсткої піни. Ці сполуки легко придбати в розвинених країнах. Витрати пов'язані з необхідністю точно визначити обсяг закупівлі з огляду на їх термін придатності близько 6 місяців.



#### **Коліски вакуумного блокування**

Форми коліски вакуумного блокування надають ніжні намистини в міцному, гнучкому конверті. Після того, як пацієнта комфортно розташовано на конверті, створюється вакуум, в результаті чого коліска зберігає форму пацієнта. Пропонується широкий вибір форм і розмірів колісок для різних анатомічних ділянок.

Оскільки ці коліски дорогі і потрібний вакуумний насос, повний набір може становити значні фінансові витрати. Але коліска може бути використана нескінченно повторно. Один з таких конвертів природно необхідний для кожного пацієнта протягом усього терміну лікування.

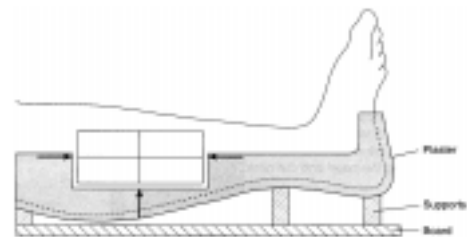
Ремонт проколу конверта є простим.

### **ІММОБІЛІЗАЦІЯ КІНЦІВОК**

Кінцівки можуть бути іммобілізовані за допомогою попередніх засобів, таких як широкі пінопластові (полістиренові) коліски і коліски вакуумного блокування. Крім того, альтернативою може бути гіпсова напівоболонка.

#### **ГІПСОВА НАПІВОБОЛОНКА**

Половинка мушлі може бути сформована з гіпсових пов'язок для іммобілізації стопи, ноги чи руки. Слід проявляти обережність, щоб струмінь не проходив через гіпс, тоді збережеться міцність пристрою на всю тривалість лікування.



### **ДОПОМОГА ПЛАНУВАННЮ**

#### **АНАТОМІЧНИЙ КОНТУР**

Коли поля лікування перекриваються або просто використовуються паралельні протилежні поля, рекомендується отримати хоча б один контур середньої площини опромінювання тіла пацієнта. Для поліпшення планування, може знадобитися і більше контурів, якщо лікування проходять через дуже нерегулярні анатомічні ділянки, наприклад, поля на голові і шії.

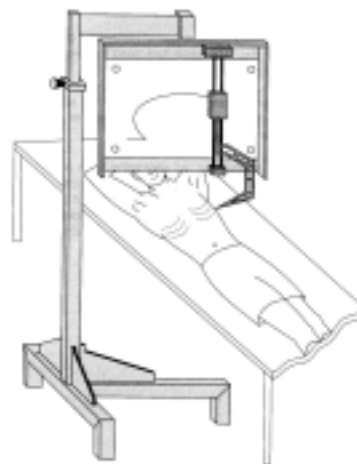
## Механічний запис

Контур може бути отриманий з маски або безпосередньо з тіла пацієнта за допомогою гнучких речей, таких як відповідного калібру дрiт паяльного припою або складаного визначника кривизни. Такі речі мають той недолік, що контур легко може бути спотворено. Вони також не мають прямої прив'язки до поверхні столу, отже, мають бути прийняті додаткові заходи.

Жорстка смуга може бути сформована на тілі з гіпсової пов'язки, Scotchguard™ або зі смужок термопластичного матеріалу. Ця система обмежена 180° для випадків, коли сформовану смугу буде важко зняти. Це проблема для осередку голови-ший та грудної клітки, але в цілому добре працює в отриманні тазових контурів.

## Пантограф

Кращим пристроєм для зняття великих контурів є пантограф, який рисує контур на аркуші паперу при механічному переміщенні курсору по тілу. Деяке спотворення контуру може виникнути в ожирілих ділянках тіла — точність може бути не краще 2 см. Тим не менш, у відсутність хитких тканин точність досяжна близько 5 мм. Одним обмеженням є те, що контури будуть лише ортогональними до столу.



## Комп'ютерна томографія (КТ)

Коли доступна КТ, контури одержуються безпосередньо з локальної мережі (ЛМ) пересилання зображень в систему планування лікування (СПЛ). Не існує ніякого ризику спотворення контуру пацієнта за умови, що встановлена дошка для заповнення увігнутості КТ-стілнниці у відповідності з плоским столом лікування. КТ-реконструкцію можна зробити неортогональною до поверхні столу. Цей метод дозволяє також повну корекцію неоднорідності для планування струменя. Крім того, фактори геометрії та щільності можуть бути відкалібровані і перевірені.

Альтернативою КТ (з деякою деформацією і втратою одиниць Гаунсфілда) є поєднаний з СПЛ сканер знімків, який може «читати» тверді копії КТ-зрізів відповідних анатомічних рівнів.

Одним з практичних обмежень для планування є розмір апертури комп'ютерного томографа. Це особливо актуально для лікування грудей, коли положення руки пацієнта у стані лікування не може бути відтворено при запису КТ із-за вузької апертури томографа.

Якщо жодний з вказаних підходів планування недоступний, альтернативою є проектування (за допомогою проектора знімків) на отриманий пантографом контур тіла найбільш відповідних КТ-сканів на папір, прикріплений до стіни на відповідній відстані, щоб забезпечити збігання контурів КТ-скана і з пантографа. Це дозволить поліпшити маркування локалізації пухлини. Цей підхід також можна використати для позначення легеневих і кісткових структур для планування.

## Електронні пантографи

Є багато нових пристроїв, заснованих на комп'ютеризованих пантографах, які з допомогою ультразвуку, інфрачервоних або магнітних датчиків генерують сигнали і їх передають до комп'ютера. Сигнали можуть відображати точки контурів анатомічних структур і пухлини. Вони можуть бути більш точними, позаяк немає прямого тиску на шкіру пацієнта, що спотворює форму.

## КОМПЕНСАТОРИ ПОВЕРХНІ

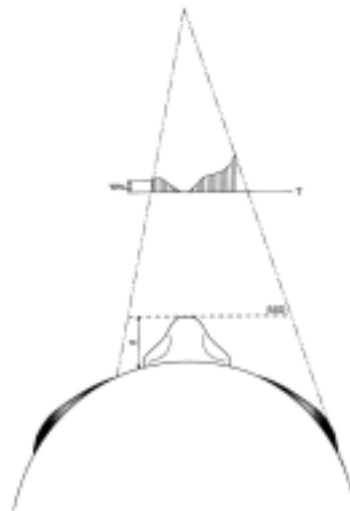
Компенсатори поверхні — це пристрої, зазвичай використовувані для полегшення розрахунків значень відстані джерело-шкіра при ручному плануванні. Фактично вони апроксимують складну поверхню входу струменя плоскою поверхнею, ортогональною до струменя. При комп'ютерному плануванні як єдиний засіб компенсації використовуються клини.

## Болус

Якщо немає потреби забезпечувати акуратний захист шкіри, для компенсації відсутніх об'ємів тканини на рівні поля входу струменя можна скористатися наповненими рисом болусними мішками або ж Лінкольнширським болусом (Lincolnshire bolus).

## Ellis-type компенсатори

Коли шкіра потребує оберігання, потрібні Ellis-type компенсатори, які розташовують не менше 15 см над вхідним полем уверх вздовж струменя. Вони збираються зі спеціально оброблених алюмінієвих або мідних блоків із розмірами, відповідними еквіваленту 1 кв. см на вхідному полі, і висоту, відповідну тому самому поглинанню, що і 1, 2, 3 см і т.ін. відсутніх тканин. Ці набори не є комерційно доступними і повинні бути точно зроблені для кожної енергії струменя та розложені в лотку для аксесуарів зі специфікацією, підготовленою медичним фізиком. Вимірювання значення «відсутньої тканини» і підготовка компенсатора становлять трудомісткий процес.



## ФОРМУВАННЯ СТРУМЕНЯ

### СВИНЦЕВІ БЛОКИ

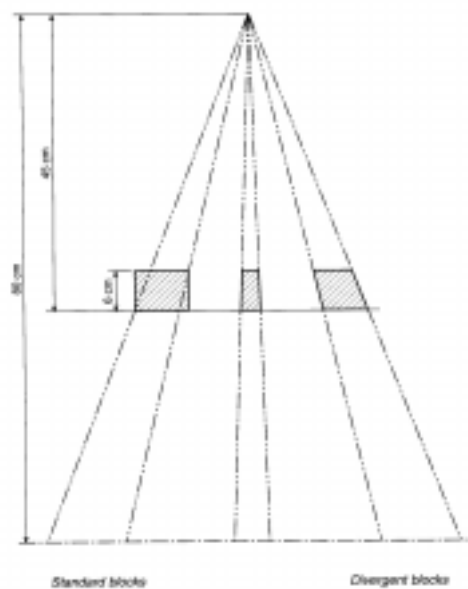
Формування струменя зазвичай досягається кріпленням на його шляху певної форми свинцевих або вольфрамових блоків за допомогою спеціального кронштейну, призначеного для фіксації їх у струменях певних конфігурацій.

### Стандартні блоки

Часто використовують прямокутні свинцеві блоки стандартних форм і розмірів, товщина яких залежить від енергії фотонів (5 і 8 см). Оскільки їх сторони паралельні, виникає півтінь, яка збільшується прямо пропорційно їх відстані від центру струменя.

### Дивергентні стандартні блоки

При новому підході використовують стандартні блоки, в яких боки дивергують паралельно розширення струменя. Такі блоки кріпляться за допомогою вигнутих дископодібних кронштейнів. Кривизна диска відповідає відстані від джерела до кріплення, як і розширення блоків. Отже, незалежно від положення блоків на диску, вони завжди звужуються у напрямку до джерела, утворюючи чітку тінь.



### Блоки зі сплавів із низькою точкою плавлення (НТП)

При наявності симулятора найпростішим є виготовлення блоків із сплаву з НТП по знімках із симулятора. Для цього використовують пристрій, який, відстежуючи відзначений на знімку з симулятора контур необхідного блока, вирізає за допомогою гарячого різачка цей контур у піноматеріалі, встановленому у потрібному положенні. Можна виготовити декілька варіантів індивідуалізованих блоків.

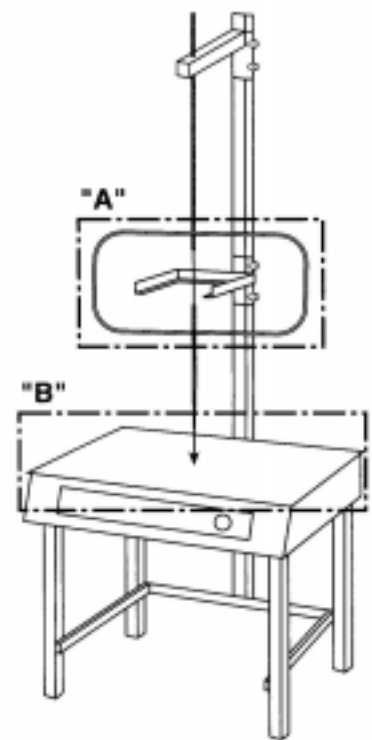


Товщина використовуваного піноматеріала — 6,2 см для кобальту і 7,5 см для фотонів більш високих енергій. Це визначає товщину блоків, які можуть бути відлиті.

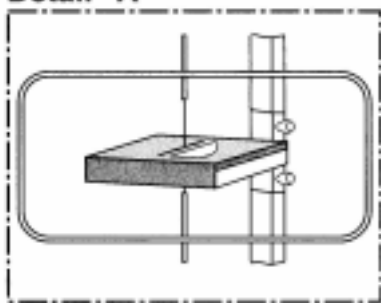
По вирізаному контуру видаляється піноматеріал і сплав з НТП щільністю близько  $9,6 \text{ г/см}^3$  заливається в утворений колодязь. Температура плавлення різних сплавів становить від 70 до 96 градусів Цельсія. Ця температура не деформує високощільну полістиренову піну. Якщо доступна тільки піна низької щільності, то вистилання захисною стрічкою може допомогти зберегти точний контур.

Найчастіше використовуваний метал з НТП — це сплав Липовиця (Lipowitz), який також існує під брендовою назвою Cerrobend. Він містить 50 частин вісмуту, 26,7 частини свинцю, 13,3 частини олова і 10 частин кадмію на 100 частин. У результаті виходить сплав з щільністю  $9,64 \text{ г/см}^3$ . Зверніть увагу, що не існує свідчень на користь необхідності уникати наявності кадмію у сплаві в тих випадках, коли використовується належна плавильна ємність з обмеженням температури термостатом, а приміщення достатньо провітрюється.

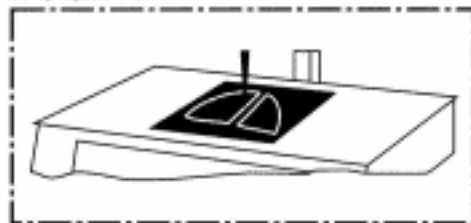
Необхідний мінімальний запас сплаву з НТП — 50 кг. Ця цифра зростає зі збільшення кількості одночасно використовуваних блоків. Блоки піддаються переплавці після використання.



Detail "A"



Detail "B"



#### Установка блоків

Індивідуалізовані блоки мають бути щільно встановлені у кріпленні. В іншому випадку можливе травмування пацієнта і пошкодження терапевтичного апарата, а також імовірна втрата відтворюваності положення блоків.

Установка невеликих блоків може бути здійснена за допомогою двосторонньої липкої стрічки, з обклеюванням достатньо великої поверхні для попередження їхнього випадання.

Для великих блоків слід використовувати кріплення з роз'ємами. У правильно встановленому свинцевому блоці просвердлюють отвори і загвинчуються саморізні гвинти.

#### ШТАМПОВАНІ СВИНЦЕВІ ЛИСТИ

Для ортовольтної ікс-терапії захист зазвичай штампується з послідовних шарів свинцевого листа від 2 до 3 мм завтовшки. Необхідна остаточна товщина залежить від енергії. Кінцевий продукт називається свинцевою вирізкою.

Процес:

- а. Опромінювану ділянку відмічають незмивним олівцем.
- б. Крем для шкіри наносять на опромінювану і навколишню поверхню, що вимагає захисту. При близькості до ніздрів — розмістіть дві трубки в ніздрях для дихання.
- в. Зліпок ділянки можна виготовити з гіпсової пов'язки, або просто гіпсу, або стоматологічного зліпкового матеріалу (буде точніше, але дорожче). Після затвердіння зліпок обережно знімається. Вологість підтримується за допомогою мокрої тканини.

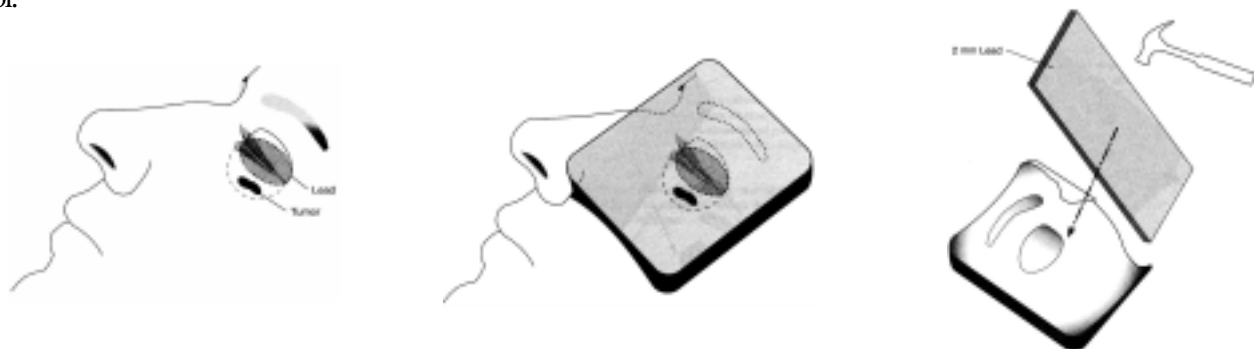
г. Формується бар'єр для гіпсу і на внутрішню поверхню наносять антиадгезивний агент. Заливають жорсткий (камінний) гіпс, який після змішування слід постукати, щоб позбутися пухирців повітря у формі. Дають затвердіти, а потім видаляють.

д. На моделі відзначається ділянка, що вимагає захисту.

е. Шари свинцю товщиною від 2 до 3 мм послідовно штампуються (використовуючи маленький щільний, але не твердий молоток) за формою ділянки, що підлягає опроміненню. Необхідна обережність, щоб не пошкодити зліпок і не занадто стоншити свинець.

є. Ділянка опромінення акуратно вирізається і шліфується. Щільність прилягання після шліфування перевіряється на зліпку.

ж. Поверхні лакують або занурюють у розтоплений віск для запобігання відшарування свинцю на шкірі.



## БАГАТОСТУЛКОВІ КОЛІМАТОРИ

Основна перевага багатостулкового коліматора полягає в конформній радіотерапії під контролем комп'ютера. Необхідна повноцінна тривимірна планувальна система.

У статичній терапії багатостулкові коліматори виключають необхідність блоків для вхідних полів неправильної форми. Це особливо вигідно у випадку великих блоків. Деякі форми великих блоків неможливо виготовити.

Тим не менше, ці переваги необхідно зважувати проти великої їхньої вартості і витрат на експлуатацію всіх сервоприводів. Більш того, з причини того, що вся система управляється комп'ютером, проблема поточного забезпечення гарантії якості позиціонування окремих стулків коліматора може набувати значних розмірів. Поломка єдиного сервомотора може призвести до неприцездатності всього лінійного прискорювача.

При дуже прецизійному плануванні, наприклад, захисті зорового нерва, ширина кожної окремої ступки коліматора може бути занадто великою для точного екранування органа, оскільки форма струменя складається з послідовності кінцевої кількості кроків.

## СПЕЦІАЛЬНІ МЕТОДИКИ

Хитрощі, до яких вдаються у формуванні струменя, безмежні і залежать тільки від новаторства техніки муляжної кімнати. Нижче розглядаються деякі окремі прийоми. Деякі з них застосовні також у ортовольтній терапії або в лікуванні струменем електронів, крім мегавольтних.

### УРАЖЕННЯ ШКІРИ

Якщо збереження шкіри не потрібне, наприклад, об'єм мішені наближається до шкіри або навіть вторгається в неї чи в рубець, чи пухлина на шкірі, слід застосовувати поверхневий болосний матеріал (вологу тканину, вазелінову тканину Jelonet™ або синтетичний Superflab™).

### НИЖНЄ ВІКО

Базальноклітинна карцинома нижнього віка зазвичай лікується ікс-променями низьких енергій або електронами, що переважніше хірургії, оскільки зберігає косметичний ефект і функцію.

Ця методика включає виготовлення або придбання свинцевого або вольфрамового екрану для ока.

Для ортовольтного випромінювання формується додатковий свинцевий екран шляхом штампування (див. вище) на зліпку ока і ділянки носа. Екран відповідним чином прорізається, щоб надати можливість опромінення ураженої ділянки, зберігаючи при цьому навколишню шкіру, кришталик ока і слізні залози.

---

Для електронів проблема полягає у створенні терапевтичного вікна в 5 см воску. Після зняття зліпка (див. сторінку 13; кроки «а»–«д») над опромінюваною ділянкою на зліпку формується гіпсова пробка. Потім приблизно 5 см воску заливається навколо пробки в лоточок, розміром більший, ніж використовуваний струмінь відкритих електронів. Одержаний блок віску після видалення гіпсового блоку використовується як екран.

## **РАК ГУБИ**

Для захисту зубів, ясен і шкіри губи поза межами опромінюваного поля зі свинцю виготовляються пристрої, які вставляють у порожнину рота з відповідними вирізками для пухлини. Всі частини, які знаходяться у роті, повинні покриватися стоматологічним воском. Це не тільки захистить пацієнта від свинцю, але й поглине гальмівні фотони низьких енергій, які можуть утворюватись під час лікування.

## **РАК НІЗДРІ**

Виготовляється свинцевий блок, який розміщується в ніздрі.

Для ортовольтного випромінювання штампується свинцевий екран з вирізкою для лікування втягнутої у процес шкіри.

Для електронів виготовляється воскове вікно. Всі методи такі ж самі, як і для нижнього повіка (див. сторінку 13).

## **РАК ПЕНІСА**

Як мінімум, яєчка повинні бути захищені за допомогою великих свинцевих сфер, званих «черепашками». Вони доступні для комерційного придбання в трьох розмірах або можуть бути виготовлені зі сплаву з НТП.

Позаяк захист шкіри непотрібний, виготовляється куб з воску або оргскла з просвердленим каналом для пеніса. Це одночасно забезпечить гомогенні дози у великих пухлинах.

## **ПОЗИЦІОНУВАННЯ ВІДНОСНО ТЕРАПЕВТИЧНОГО АПАРАТА**

### **ТЕРАПЕВТИЧНЕ ЛІЖКО**

#### **Плити**

Плита зазвичай необхідна для з'єднання підголівника із пристроями іммобілізації. Деякі центри мають різного роду для них кріплення. Це може бути досягнуто за рахунок змонтованої на столі вставки із сітки типу тенісної ракетки (якщо досяжно).

У більшості випадків досить мати неслизьку нижню поверхню плити, розміщену на терапевтичному столі.

### **ТЕРАПЕВТИЧНА ГОЛОВКА**

В ідеалі для всіх кобальтових апаратів необхідно мати ДВА лотки (підвісних кріплення) для монтажу пристроїв формування струменя. Кріплення повинні бути знімними і мати замок, який надійно показує, що вони розташовані в потрібній позиції.

#### **Кріплення для клинів**

Кріплення для клинів має бути призначено для клинів заводського виробництва і не повинно використовуватися як кріплення для додаткових блоків. Необхідно обов'язково визначити сумарну поглинальну здатність клина з його кріпленням.

#### **Кріплення для блоків**

Монтаж великих блоків досягається різними методами. Часто використовують вільне розміщення блоків на лотках, але це несе для хворого ризику травми, тому для кожного сеансу необхідне обчливе позиціонування, і таку легковажність не слід заохочувати. Вочевидь, цей спосіб можна припустити тільки для вертикальних струменів.

Окреме кріплення для кожного напрямку струменя, яке вимагає зафіксованих індивідуалізованих блоків для кожного пацієнта, являє кращу альтернативу, оскільки перевірка точності позиціонування буде потрібна тільки один раз і надалі буде надійно відтворюватися. Акуратне маркування кожного кріплення ім'ям пацієнта і позначенням поля необхідне для запобігання помилок.

Альтернативою може бути кріплення на двосторонню липку стрічку або інші клейкі засоби. Таке прийнятне для невеликих блоків. Необхідно при цьому регулярно перевіряти надійність приклеювання.

Існують для додаткових пристроїв різні кріплення, що мають у собі роз'єми. Вони повинні бути акуратно підігнані під кожний окремих терапевтичний апарат. Деякі виробники використовують складні замкові механізми, але, в цілому, кріплення з оргскла або полікарбонату можуть бути недорогими і використовуватися повторно. Позаяк вони мають багато пазів, фактор їхньої прозорості прийнято ігнорувати.

При беззамкових кріпленнях блоки з НТП можуть бути просвердлені наскрізь і закріплені саморізними шурупами. З часом вони стануть непридатні для експлуатації, коли в них накопичиться надто велика кількість отворів.

Існують також кріплення з клямками, які дозволяють додатковим кріпленням нашаровувати блоки.

## ДОКУМЕНТАЦІЯ

### ФОРМА ЗАПИТУ ДО МУЛЯЖНОЇ

Радіотерапевт (*радіотерапевт — це радіотерапевтичний технолог, а не радіаційний онколог — примітка редактора*) повинний спочатку точно встановити необхідний ступінь і тип іммобілізації. Опромінювану ділянку, положення пацієнта, яке дозволяє вільно спрямувати плановані струмені, також слід довести до відома техніка муляжної кімнати. Необхідно обговорити можливі варіанти кріплення блоків чи болусів. Вказується терапевтичний апарат. Ці інструкції слід передати технікові муляжної кімнати у вигляді заповненої форми запиту (див. «Запит до муляжної кімнати»).

### ЗАПИС ПОЗИЦІОНУВАННЯ

Для більшості пацієнтів описані пристрої, положення і поля індивідуальні. Точні розміщення кожного компонента повинні бути зареєстровані, щоб уникнути двозначності в налаштуванні пацієнта, і повинні бути записані під час виготовлення пристроїв. По завершенні підготовки пристрою, ця інформація повинна заноситися в лист лікування для щоденної укладки хворого і для майбутнього обліку. Корисно розробити стандартну форму запису для кожної використовуваної системи.

### ЗАПИТ ДО МУЛЯЖНОЇ КІМНАТИ

#### PATIENT IDENTIFICATION

Patient: Folder Number \_\_\_\_\_ Date \_\_\_\_\_  
Surname \_\_\_\_\_ Names: \_\_\_\_\_  
Ward: \_\_\_\_\_ or Home address \_\_\_\_\_  
Phone: \_\_\_\_\_  
Primary tumour: \_\_\_\_\_ Stage \_\_\_\_\_

REQUESTED BY: \_\_\_\_\_

#### IMMOBILISE:

Head & Neck: Area to treat: Brain; Pituitary  
Antum Nasopharynx Oropharynx Oral cavity Floor of mouth  
Nodes: Level: \_\_\_\_\_ Side: \_\_\_\_\_  
Palliative Chin Biteblock Nasion Top of head  
Radical Thermoplastic  
Position of neck Flexed Central Extended  
Supine Lateral  
Other sites Leg Arm

#### Craniospinal

#### CONTOUR

Head Thorax Abdomen Pelvis Other  
Central axis Central plus upper & lower

#### FABRICATE

Lead shield for [site]

## ПЛАН МУЛЯЖНОЇ КІМНАТИ

Існує необхідність розташування муляжної кімнати на території відділення променевої терапії. Вона повинна включати як мінімум два приміщення, одне — для укладання пацієнта і примірки пристосувань і друге — для прилеглої до нього майстерні. Площа в 35 кв. м може бути достатньою (див. рис.).

### КІМНАТА ДЛЯ УКЛАДОК

Кімната для укладок повинна мати кушетку з рівною поверхнею, яку можна піднімати і опускати. Механічний хірургічний стіл може задовольнити всім вимогам. Латеральний, поперечний і вертикальний сагітальний розмічальні лазери слід точно розмістити для отримання перетину на ліжку.

Якщо передбачається використання пантографа, він повинен бути мобільним або закріпленим проти перетину лазерів біля ліжка.

Необхідна наявність великого робочого столу із джерелами електрики і раковини для роботи з гіпсом. Всі інструменти формувальної кімнати необхідно зберігати в доступних місцях.

### МАЙСТЕРНЯ

Прилегла майстерня повинна мати міцні робочі поверхні.

Необхідний основний набір інструментів, а також з великого обладнання: стрічкова пила (15 см хід), стаціонарний дріль і ручна електропила для тонкої роботи. Існує більш повний список, але він змінюється від методики до методики.

Запаси реагентів, полістиренової піни, сплаву з НТП повинні зберігатися в майстерні або поряд з нею.

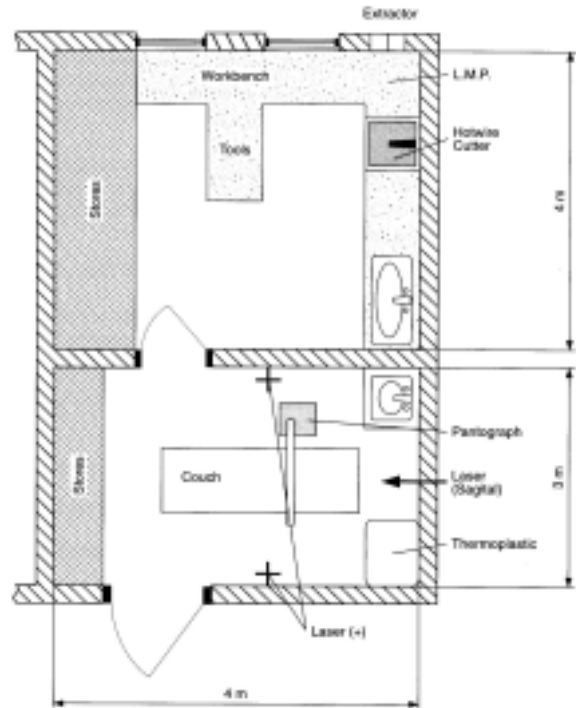
Необхідна вентиляція, тому що багато хімікатів і матеріалів можуть зробити перебування в непровітрюваному приміщенні неприємним.

### ОБЛАДНАННЯ МУЛЯЖНОЇ КІМНАТИ

Устаткування муляжної кімнати залежить від оснащення відділення променевої терапії. Тільки деяке обладнання муляжної кімнати може бути з користю застосоване з різними терапевтичними апаратами відділення.

### ТІЛЬКИ КОБАЛЬТОВА ДИСТАНЦІЙНА ТЕРАПІЯ

- Набір підголівників, підставок
- Обмежувачі рухів для лоба, зубів і підборіддя і/або термопластичні маски
- Стоматологічний зліпковий матеріал
- Реагенти для полістиренової піни
- Стандартні свинцеві блоки
- Кріплення для додаткових пристроїв
- Пантограф
- Болосні мішки
- Прості ручні інструменти
- Болос із вологої тканини або Jelonet



---

*Персонал — терапевтичний рентгенолог (radiographer). Технік не потрібний.*

#### КОБАЛЬТОВА ДИСТАНЦІЙНА ТЕРАПІЯ ПЛЮС СИМУЛЯТОРИ

- Все з вищевказаного, виключаючи стандартні блоки, плюс
  - Гарячий дротяний різак для полістиролу
  - Дублюючий набір для іммобілізації голови
  - Сплав з НТП і плавильна ємкість
  - 5 см листи полістиролу
  - Підставка для термопластичної маски
  - Термопластичні листи для голови
  - Кріплення для додаткових пристроїв
- Персонал — технік муляжної кімнати*

#### ДОДАТКОВО ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ІКС-ТЕРАПІЇ

- Гіпсі гіпсові пов'язки
- Пластикова плівка
- 2 мм свинцевий лист
- Ножиці для різання олова і молотки для штампування
- Захист для очей

#### ДОДАТКОВО ДЛЯ ФОТОНІВ ВИСОКИХ ЕНЕРГІЙ

- 7,5 мм листи полістиролу

#### ДОДАТКОВО ДЛЯ ПЛАНУВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ

- М'якотканинноеквівалентний гель для болюса
- Виготовлення компенсаторів, один з двох варіантів: Ellis-Туре або автоматичний пристрій для різки компенсаторів

*Персонал — необхідне спеціальне навчання*

#### ДОСТУПНІ КТ-ЗНІМКИ БЕЗ ЗВ'ЯЗКУ ІЗ СИСТЕМОЮ ПЛАНУВАННЯ

- Підвісний проектор

Примітка: якщо КТ-сканер пов'язаний з планувальною системою, проектор непотрібний

#### ДОДАТКОВО ДЛЯ СТРУМЕНЯ ЕЛЕКТРОНІВ

- Як для дистанційної ікс-терапії або термопластичні захисні матеріали

#### ПОДЯКИ

Це технічне керівництво засноване на результатах зустрічі [325-E3-AG-1006], під заголовком «стандарту для розробки ефективних радіотерапевтичних пристроїв», 1-3 грудня 1997, Відень, Австрія. Учасники: Mr. W. Theunissen [Belgium], Dr. M. Kulhavy [Czech Rep], Ms. O. Vaudray & Mr. R. Borgi [France], Mr. P. Wegman [Netherlands], Dr. N. Kizilbash [Pakistan], Dr. C. Picon [Peru], Ms. R. Knowles [South Africa], Mr. H. Damak [Tunisia], Dr. C. Martin, Ms. D. Snape & Mr. A. Stanton [United Kingdom] і Mr. C. Korver & Mr. M. Rutstein [USA], що представляли практиків радіаційних онкологів, техніків муляжних кімнат, терапевтичних рентгенологів (Therapy Radiographers) і торговельних постачальників.

Агентство представляв Dr. V. Levin і секретаріат у складі Dr. H. Tatsuzaki і Dr. L. Miszczyk [ARBR-RIHU], Mr. V. Okhrimenko [Field Procurement] і Mr. A. Meghzi [DMRP-RIHU]

Додаткові матеріали були отримані в ході семінару на цю тематику, що проводився в Тунісі в жовтні 1998 р. за експертної допомоги місцевого персоналу та Mr. A. van Jaarsveld. Його відвідали представники 21 країни.

*Переклад: І. М. Пилипенко,  
М. І. Пилипенко*

*(редактор — чл. кор. НАМН України, професор М. І. Пилипенко)*