

마이크로 셀렉트론 HDR과 치료계획장치 PLATO의 有用性

後藤紳一(Shinichi Gotoh)

長崎대학 부속병원 방사선부

근년에 ^{60}Co 선원을 사용한 高線量率 리모트아프터로딩 시스템(RALS)을 대체하는 것으로서 ^{192}Ir 선원을 사용한 RALS가 여러 시설에 도입되어 그 임상보고도 드문드문 발표되고 있다. 이번에 長崎대학병원에 그 대표적 시스템인 마이크로셀렉트론 HDR와 PLATO 치료계획장치(네덜란드 뉴크레트론 회사제품)가 도입되었기에 그 구성 및 장치의 특징, 그리고 3차원 치료계획장치 PLATO가 지닌 선량분포 最適化 등의 유용성에 관해 보고한다.

머 리 말

방사선치료에 있어서의 RALS 선원은 종래에 고선량을 치료용으로는 ^{60}Co 선원이 사용되어 왔지만, 저반사정에 의해 몇년 후에 그 공급이 중단된다는 통고가 있다. ^{60}Co 선원은 반감기 5.27년이어서 비교적 길고 방출방사선의 종류도 적어 校正用 선원으로서도 수요가 높았지만, γ 선 에너지가 평균 1.25MeV로 높았기 때문에 실드를 위한 라이낙 시설과 같은 차폐구조의 건물이 필요했다. 그 때문에 시술자의 피폭도 전혀 없지는 않았다. 거기서 각광을 받게된 것이 ^{192}Ir 선원을 사용한 RALS이지만, ^{192}Ir 은 반감기 74.2일, γ 선 에너지 0.612MeV여서 ^{60}Co 에 비

해 차폐가 용이하지만 반감기가 짧기 때문에 선원교환 사이클도 짧게 되는 경향이 있다. 그러나 선원공급의 안정성이나 콤팩트한 가공이 가능하기 때문에 치료적용범위의 확대 등의 이유에서 구미 여러나라에서는 이미 여러 시설에서 운용되고 있다. 이런 추세로 말미암아 우리나라에서도 몇군데 시설에서 도입되기 시작하게 되었다. 1994년 3월, 長崎대학병원에도 ^{192}Ir 선원을 사용한 마이크로셀렉트론 HDR 및 치료계획장치 PLATO가 도입되었으므로 이런 장치의 특징과 PLATO가 지닌 3-D 치료계획기능, 선량분포의 最適化기능 등의 유용성에 대해 보고한다.

기능의 구성

Fig. 1에 기본적인 마이크로셀렉트론 HDR과 치료계획장치 PLATO의 구성을 표시한다. 치료계획장치 PLATO의 메인컴퓨터는 실리콘그래픽 회사제품인 아이리스 인디고로, 데이터 입력 모달리티로서 디지털라이저와 필름스캐너가 있어 이것에 의해 X선 필름에서의 데이터 입력을 가능하게 하고 있다. 출력 모달리티로서의 레이저프린터, X-Y 플로터가 있어 백업모달리티로서는

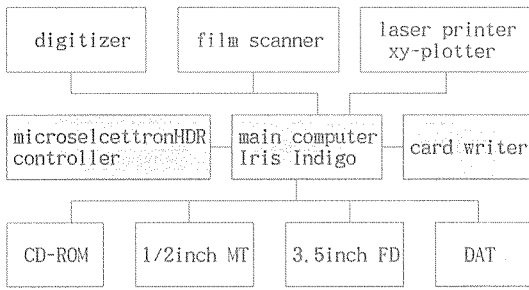


Fig. 1 Constitution of PLATO
(planning Treatment Optimisation)

3.5인치 FD drive와 큰 용량인 1.3GB의 DAT (digital audio tape) drive를 갖추고 있다. 그밖에 옵션으로 CDROM drive와 1/2인치 MT(자기테이프) 등이 있다. 또한 각 환자의 치료계획 데이터를 온라인으로 마이크로셀렉트론 HDR에 보내기 위한 카드시스템의 부속이 있다. 뿐만 아니라 치료계획장치 PLATO는 그 자체 단독으로 뛰어난 치료계획장치이며, 腔内照射, 외부조사, 방사선 수술 등의 치료계획용 소프트웨어 사용이 가능하다. 본병원은 이미 외부조사용으로는 시멘스 회사제품인 메바프란을, radiosurgery용으로는 피셔 회사제품인 streotactic treatment planning system (STP)을 소유하고 있으므로 腔内조사용 2-D, 3-D의 소프트웨어-BPS (brachy therapy treatment planning software)만을 도입했다.

마이크로셀렉트론 HDR의 특징

Fig. 2는 마이크로셀렉트론 HDR 본체이며 Fig. 3은 구조도, Fig. 4는 기구도이다. 선원은 ^{192}Ir (370GBq) cylindrical source(Fig. 5) 컴퓨터 제어의 고선량을 RRLS이다. 선원 사이즈는 outer diameter : 1.1mm ϕ , overall length:5.0mm, active length:3.5mm여서 적기 때문에 腔内조사 뿐만 아니라 조직내 조사에도 사용이

가능하며, 200종류 이상의 애플리케이션과 카테테르를 소유하고 있다. 적응치료 부위는 뇌, 鼻咽頭, 經部, 흉부, 식도, 기관지, 胆汁管, 直腸, 자궁頸, 자궁내막, 前立線, 방광 등 광범위하여 최고 18채널까지의 치료가능하며, 선원이 동 스텝은 2.5mm 내지 5.0mm로 최대 240mm의 treatment range를 가능케 하고 있다. 또한 $\pm 1\text{mm}$ 의 선원위치精度를 가지고 있다. 게다가 선원수납시에는 본체 헤드부의 탕그스텐 저장용기에 수납되고 있기 때문에 누수선량은 장치표면에서 1m의 점에서 $1.0\mu\text{Sv/hr}$ 이하가 되어 시술자 피폭은 전무라 해도 좋다. 안전대책에 대해

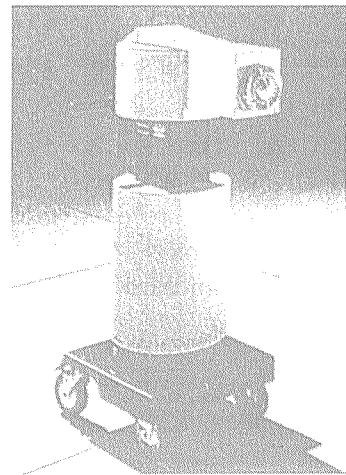


Fig. 2 Microselectron HDR

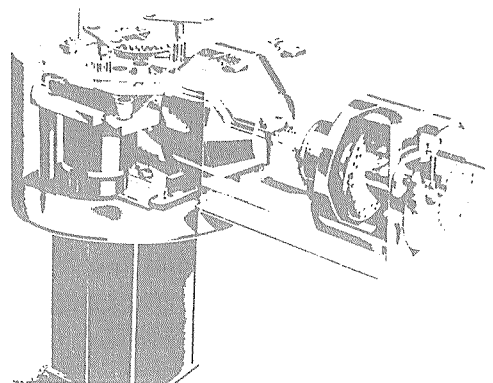


Fig. 3 Organization of microselectron HDR

서는 보조 배터리를 장비하는 것에서 정전 시에도 자동적으로 선원이 회수될 뿐 아니라 이 경우에도 모든 치료 데이터를 보존할 수 있게 되어 있다.

치료계획장치 PLATO의 특징

현재 腔内조사에 국한하지 않고 외부조사, 방사선 수술용으로 많은 3-D 치료계획장치가 발매되고 있으나 그 우열을 가리는 기준이라는 것은 없고 평가가 애매하기 일쑤다. 그러나 PLATO는 미국 FDA(식품위생국)의 검사기준을 충족시킨 몇 안되는 (2-D에서는 PLATO와 록스 뿐) 치료계획장치이며, 그 치료계획 精度와 안정성은 신뢰할 수 있다. 이 PLATO의 특징은 3-D dose calculation and isodos surface display(선량분포의 3-D 표시), advanced optimization(치료선량의 最適化), reconstruction technique(localization box를 사용한 높은 선량위치 精度), program card system 등이다.

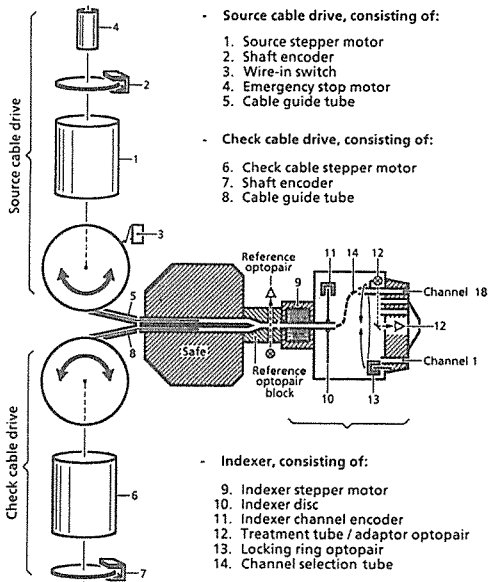


Fig. 4 Treatment unit mechanical construction

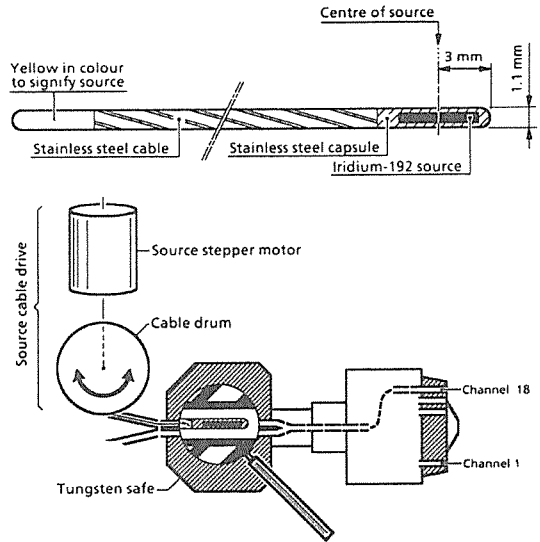


Fig. 5 Source assembly and source drive mechanism

4.1 3-D dose calculation and isodose surface display

Fig. 6은 각각 액시얼, 코로널, 새지털의 선량분포 돌아아웃의 예이다. 표시는 디스플레이 표시, 플롯아웃 모두 깨끗하고 신속하다. Fig. 7은 3-D isodose surface display로 마우스의 조작에 의해 리얼타임로 임의의 각도에서 선량 불륨을 관찰할 수 있어 선량분포의 시각적 최적화에 유효하다. 임의의 dose volume surface line의 표시가 가능하므로 이 기능은 腔内조사, 조직내조사의 病 藥形狀이 모두 복잡한 경우에 선량분포의 시각적 최적화를 기하는 데에 필수불가결한 기능이라 생각된다.

4.2 optimization

마이크로셀렉트론 HDR의 스텝핑 선원 애프터로더는 모든 카테테르 중의 듀엘타임(선원 정지시간)을 프로그램할 수 있어, 임플란트 용적 내에서 선량이 균일되도록 임

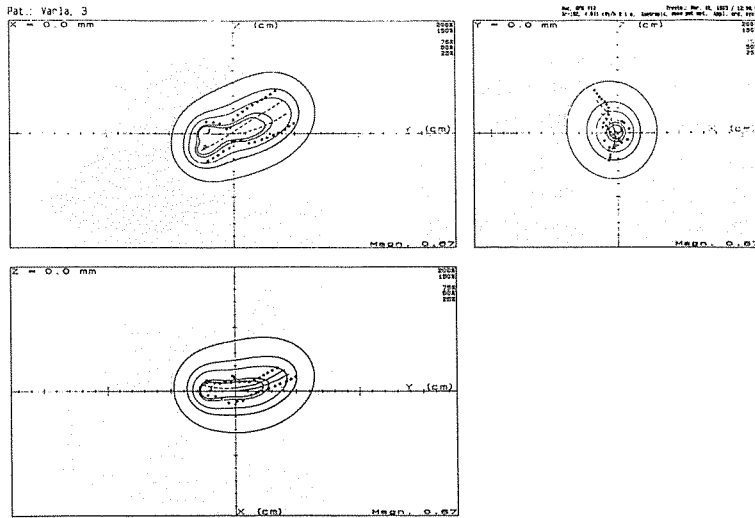


Fig. 6 Isodose curves, axial, coronal, sagittal

의 지정 포인트에서 기하학적 최적화가 이루어질 수 있는 몇가지 방법이 있다.

4.2.1 기하학적 최적화

이 방법으로는 모든 볼륨임플란트에 있어 비교적 균일한 선량을 얻을 수 있다. 비교적 균일한 선량을 얻을 수 있다. 선량포인트의 최적화는 큰 용적의 임플란트로서는 계산에 시간이 걸려 적당치가 않다. 따라서 선량포인트에 의한 규격화가 적용될 수 없는 경우에 이 방법이 사용된다. 이 방법은 그 위에 두 종류의 방법으로 나누어져 카테테르가 2, 3本(管腔內)일 경우에는 모든 듀엘의 위치에서 오는 선량기여가 고려되는 거리최적화

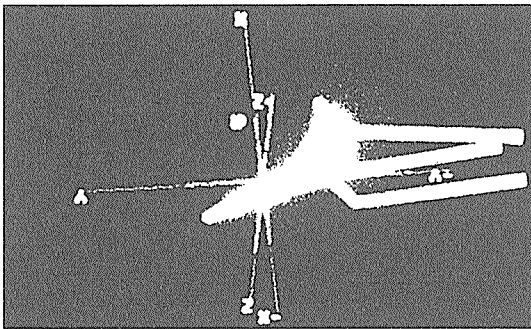


Fig. 7 3-D isodose surface display

(distance optimization)이 사용된다.

또한 病葉가 不整形한 임플란트에서는 최적화는 그 病葉形狀에 맞추어 邊緣선량(marginal dose)을 설정하는 것이 이상적이기 때문에 선원 듀엘타임의 상대적 웨이트가 고려되는 용적최적화(volume optimization)가 적용된다. 이 때 임접하는 선원스텝 위치에서의 핫스팟과 카테테르이 떨어져 있는 포인트의 콜드스팟을 보상하는 알고리즘이 되어 있다.

4.2.2 선량포인트 최적화

이 방법으로는 최초로 설정된 선량포인트에서의 선량규격화가 이루어지지만, 이 방법은 몇 本의 카테테르에 의한 임플란트에 유효하다. 또한 카테테르 先端에 있어서의 선량을 균일하게 하기 위해 기하학적 최적화 중의 볼륨임플란트와 짝을 지어 사용될 수 있다. 그런데도 최적화가 어려워 어떤 카테테르에 負의 듀엘타임이 발생하는 경우가 있다. 이럴 경우 서브카테테르를 설정하여 그 카테테르를 두 本의 카테테르로 분할시키는 방법이 있다.

4.3 reconstruction technique

환자의 해부학적 구조나 치료의 공간정보를 얻기 위해서는 다른 방향에서 촬영한 X선 필름이 필요하지만, 마이크로선택트론 HDR으로는 localization box (Fig. 8) 사용하여 치료계획을 위한 정면, 측면 촬영을 필름 스크린 법으로 실시하여, 반직각 2방향 재구성법으로 높은 선원위치 精度를 확립하고 있다. 이 밖에도 직각 2방향 재구성, 아이소센트릭 스테레오 재구성 등이 가능하다.

4.4 program card system

치료계획장치 PLATO에 의해 계획된 치료데이터를 신속, 정확하게 마이크로선택트론으로 轉送하기 위해 EPROM카드에 데이터를 적어넣을 수 있다.

이렇게 기입하면 데이터는 메모리의 워크에리어에 보존되어, 12시간 단위로 선원강도의 자동감쇠 補正이 이루어 진다. 따라서 중간에 플랜의 변경이 없으면 치료기간중에는 최초로 작성한 한장의 카드만으로 치료종료수까지 대응할 수 있다. 또한 최대 18本の 치료 채널을 한장의 EPROM카드에 적어넣을 수 있다.

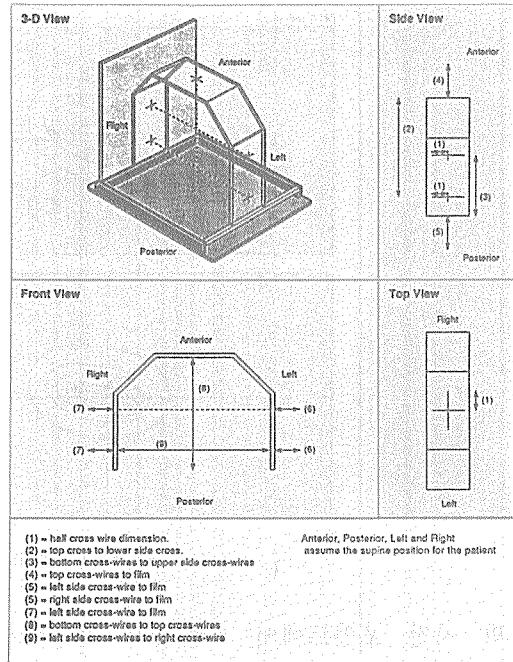


Fig. 8 Organization of localisation box

고 찰

불원간에 있게 될 ^{60}Co 선원의 공급정지에 따라 고선량을의 RALS는 ^{192}Ir 형으로 점차 옮겨질 것이라 생각되지만, 이번 본병원에도 도입된 ^{192}Ir 형 RALS 마이크로선택트론 HDR은 그 선원 사이즈의 조밀함과 풍부한 애플리케이션에 의해 腔内조사 뿐만 아니라 조직내조사(Fig. 9)까지도 가능하게 한다. 이것으로 종래의 ^{60}Co 를 사용한 RALS에 비해 그 적용범위가 비약적으로 증대할 것이라 생각된다. 같은 뉴크레트론 회사의 치료계획장치 PLATO와 결합시킴으로써 높은 선원위치 精度, 신속한 선량계산, 선량분포의 최적화, 3-D표시 등 최첨단의 하이텍 기술을

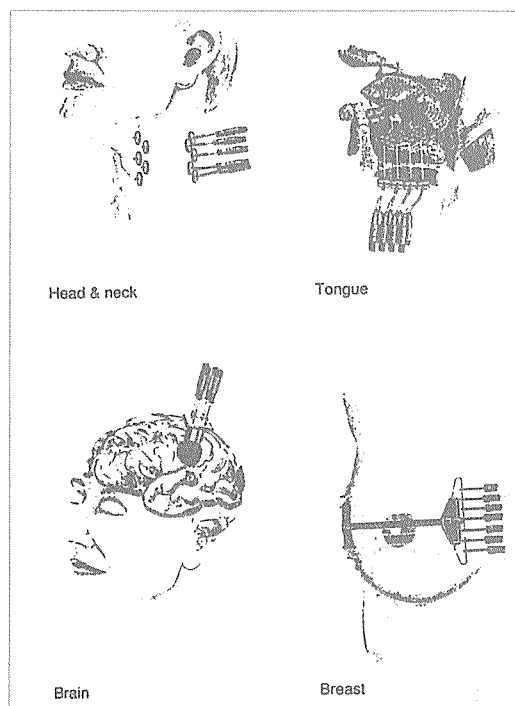


Fig. 9 Brachytherapy treatment with microselectron HDR

살린 치료가 가능해졌다. 또한 최근의 3-D 치료계획장치라고 하는 대부분의 것들이 인체해부학적 표시에 중점을 두고 실제로는 이전의 2-D 치료계획장치 쪽이 신속처리되어 이해하기가 쉽고, 코스트퍼포먼스도 높다고 하는 경향이 있음에 비추어 이 치료계획장치 PLATO는 지금까지의 2-D 치료계획장치와는 분명히 다른 스텝업한 장치처럼 생각된다. 특히 임플란테이션에 관해서는 2-D, 3-D 모두 자신있게 추천할 수 있다. 또한 PLATO 치료계획장치를 지닌 radiosurgery의 소프트웨어는 BR사 제품의 하드웨어와 감마유니트만의 대응이지만 완성도는 높다.

결론으로 이 機器를 임상시에 잘 살리는 것은 그것을 조작하는 기술자에 달려 있고, 기능과 조작방법을 이해하지 못한 나머지 그것을 충분히 이용하지 못하면 무의미한

것이 되고 만다. 하지만 마이크로선택론 HDR와 PLATO 치료계획장치는 뛰어난 기능과 용이한 조작성을 두루 갖춘 안전성 높은 치료시스템이라 여겨진다.

맺은 말

본병원에 도입된 고선량을 원격 치료장치 마이크로선택론 HDR와 치료계획장치 PLATO에 대한 그 개요와 유용성을 보고했다.

마이크로선택론 HDR와 치료계획장치 PLATO는 각각 單位로서의 사용도 가능하지만, 一式의 시스템을 사용함으로써 선량분포의 최적화나 높은 선원위치 精度를 얻을 수 있고 신속하고 안전한 치료를 실시할 수 있는 장치라고 평가했다.

