



Schweizerische Gesellschaft für Strahlenbiologie und Medizinische Physik
Société Suisse de Radiobiologie et de Physique Médicale
Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica



Schweizerischer Berufsverband für Medizinphysikerinnen und Medizinphysiker
Association professionnelle suisse des physiciens médicaux
Associazione professionale svizzera dei fisici medici

Swiss Society for Radiobiology and Medical Physics (SSRMP)

Member of the European Federation of Organisations for Medical Physics (EFOMP) and the International Organization for Medical Physics (IOMP)

Dotazione di personale fisico medico per procedure radiologiche a dosi elevate e di medicina nucleare

Rapporto n° 20

Indice

1. Introduzione	5
2. Ruolo dei fisici medici nella medicina.....	6
2.1 Situazione negli Stati Uniti	7
2.2 Situazione in Europa	7
2.3 Obiettivo del presente rapporto	8
3. Implementazione clinica	8
3.1 Strategia per la dotazione di personale.....	8
3.1.1 «Grandi» centri.....	9
3.1.2 «Piccoli» centri.....	10
3.2 Fabbisogno di personale.....	10
3.3 Responsabilità dei fisici medici in ambito diagnostico.....	11
4. Conclusione.....	12
5. Riferimenti bibliografici.....	13
6. Membri del gruppo di lavoro	14

1. Introduzione

L'obiettivo del presente rapporto è quello di proporre una strategia per ottemperare a quanto prescritto dall'articolo 74 dell'ordinanza svizzera sulla radioprotezione (ORaP), rivista il 1° gennaio 2008 [1]. L'articolo 74 prevede che il controllo della radioprotezione nelle procedure radiologiche a dosi elevate e di medicina nucleare debba essere garantito regolarmente da un fisico medico provvisto di una formazione riconosciuta dalla Società Svizzera di Radiobiologia e di Fisica Medica (SSRFM).

Il gruppo di lavoro, autore del presente rapporto, ha avuto il compito principale di proporre una strategia utile a precisare il significato di «regolarmente». La strategia proposta è stata elaborata da membri della SSRFM in stretta collaborazione con rappresentanti dell'Ufficio federale della sanità pubblica UFSP. È importante tener presente che l'attività dei fisici medici prevista nell'articolo 74 esclude le attività di ricerca.

Nel secondo capitolo del presente rapporto viene presentata la problematica e spiegata la necessità di coinvolgere i fisici medici nell'esecuzione delle procedure radiologiche a dosi elevate e di medicina nucleare. Secondo l'articolo 74 capoverso 7 ORaP, per procedure a dosi elevate si intendono esami radiologici che comprendono le TC e le procedure interventistiche.

Il terzo capitolo propone una modalità di coinvolgimento dei fisici medici, tenendo conto dei rischi potenziali collegati a queste procedure.

2. Ruolo dei fisici medici nella medicina

Il ruolo dei fisici medici nella radioterapia è ormai riconosciuto ed è chiara la loro responsabilità per quel che riguarda tutti gli aspetti tecnici di produzione e uso di radiazioni ionizzanti che hanno lo scopo di garantire la sicurezza dei pazienti e del personale di cura. Ciò vale in particolare per l'accettazione e il commissioning degli impianti, che precedono la prima applicazione sui pazienti. Tutto questo richiede competenza nei campi della radioprotezione e della fisica. I medici sono responsabili delle applicazioni di radiazioni ionizzanti sugli esseri umani e si affidano alla competenza dei fisici per essere certi che i pazienti affetti da cancro ricevano la dose prescritta di radiazioni nella zona da trattare. I tecnici garantiscono che la dose prescritta sia somministrata in modo corretto con un appropriato posizionamento dei pazienti e un'adeguata comunicazione con questi ultimi. Nei loro compiti rientra anche la verifica dell'adeguatezza del protocollo in uso. I tecnici sono parte integrante della catena di garanzia di qualità e operano sotto la supervisione dei medici e dei fisici medici.

Attualmente in Svizzera, nella radiodiagnostica e nella medicina nucleare, le radiazioni ionizzanti sono impiegate sotto la supervisione di medici che, non solo sono responsabili dei compiti clinici, ma anche di tutti gli aspetti tecnici collegati alla produzione di radiazioni ionizzanti e all'ottimizzazione dell'uso che ne viene fatto; compiti questi ultimi strettamente inerenti alla fisica. I medici possono fare affidamento sui tecnici per gestire una parte degli aspetti specifici legati alla radioprotezione in medicina nucleare, radiografia e TC, mentre in genere svolgono in modo autonomo la supervisione dell'uso delle apparecchiature fluoroscopiche. Questa situazione è particolarmente critica, dato che le procedure della fluoroscopia presentano una probabilità non trascurabile di emissione di dosi molto superiori alla soglia degli effetti deterministici. Inoltre, il personale operante nei pressi delle apparecchiature corre il rischio di ricevere dosi relativamente elevate. Per di più, la consegna degli impianti di medicina radiologica e nucleare ricade sotto l'esclusiva responsabilità del fabbricante: ciò rappresenta un'evidente situazione di conflitto di interessi.

Se questo modo di procedere poteva essere ritenuto più o meno soddisfacente in passato, i progressi tecnici compiuti negli ultimi due decenni richiedono ora l'introduzione di alcuni cambiamenti volti a garantire la sicurezza di pazienti e personale di cura. Gli impianti stanno diventando sempre più complessi e possono mettere dosi di radiazioni relativamente alte. Al contempo, la quantità di informazioni da conoscere e gestire perfettamente per la definizione di una diagnosi è sempre maggiore. In tale contesto, i medici non possono ragionevolmente assumersi la responsabilità degli aspetti clinici e tecnici della protezione dalle radiazioni. Come avviene nella radioterapia, uno specialista in fisica medica dovrebbe assumersi la responsabilità degli aspetti tecnici relativi alla radioprotezione. Per quanto in radiodiagnostica le dosi destinate a ogni singolo paziente siano di gran lunga inferiori a quelle generalmente utilizzate per la radioterapia, in radiologia si deve far fronte a due rischi principali: sul piano individuale, al rischio di somministrare carichi cutanei che oltrepassano la soglia degli effetti deterministici e, sul piano di un'intera popolazione, al rischio di incrementare la dose collettiva che potrebbe compromettere il rapporto rischi/benefici della radiologia negli anni a venire. Inoltre, sono ancora necessari sforzi significativi per garantire che le dosi ricevute dal personale di cura nel corso delle procedure di fluoroscopia siano mantenute quanto più basse possibile.

La medicina nucleare ha compiuto enormi progressi e fornisce un numero sempre maggiore di dati quantitativi, spesso utilizzati per decidere la prognosi dei pazienti. Questi dati quantitativi dipendono largamente dalla messa a punto delle apparecchiature di imaging e dalle loro caratteristiche fisiche: questi aspetti non possono essere gestiti da tecnici che hanno altri

incarichi presso un servizio di medicina nucleare e che mancano della necessaria competenza nel campo della fisica medica. Altri sviluppi della medicina nucleare riguardano l'impiego di isotopi, che richiede un'attenzione particolare per garantire la sicurezza dei pazienti e del personale. Come per la radiodiagnostica, un fisico medico dovrebbe assumersi la responsabilità degli aspetti tecnici della radioprotezione nella medicina nucleare e aiutare il tecnico a fornire il miglior rapporto tra dose per i pazienti, esposizione del personale di cura e informazione diagnostica o prognosi terapeutica.

Il continuo perfezionamento, l'accresciuta complessità e i costi elevati delle apparecchiature di imaging medico hanno creato, a livello internazionale, una crescente domanda di professionisti in grado di garantire il pieno rendimento degli investimenti effettuati in queste tecnologie. Di conseguenza, in molti Paesi è stata sviluppata una specializzazione della fisica medica destinata a formare fisici medici specializzati in radiodiagnostica o in medicina nucleare, allo scopo di contribuire al raggiungimento di un efficiente e costante standard elevato di qualità diagnostica dell'immagine, sicurezza dalle radiazioni e cura dei pazienti.

2.1 Situazione negli Stati Uniti

Già nel 1991, l'American Association of Physicists in Medicine (AAPM) ha dichiarato nel suo Rapporto n° 33 che i servizi in cui si eseguivano procedure radiodiagnostiche (comprese quelle di medicina nucleare) necessitavano, per curare adeguatamente i pazienti, di professionisti con un elevato livello di formazione. Gli specialisti in grado di assicurare queste prestazioni sono stati chiamati «fisici radiodiagnostici» [2]. Insieme ad altri specialisti, essi hanno il compito di fornire servizi professionali di selezione, valutazione, monitoraggio e garanzia di un corretto equilibrio tra informazione diagnostica e rischi associati. Secondo il Rapporto n° 33, dedicato a questa specifica problematica, i suddetti fisici medici dovrebbero essere direttamente coinvolti nella cura dei pazienti, nella sicurezza dalle radiazioni, nell'insegnamento e nelle funzioni amministrative. Va precisato che in tale Rapporto si fa riferimento a una certificazione rilasciata a questi fisici medici da un'apposita autorità [2].

Nell'attuale descrizione del ruolo dei fisici medici impegnati nella radiodiagnostica, l'AAPM dichiara che questi professionisti dovrebbero contribuire a rendere efficaci le procedure di imaging radiologico, garantendo la sicurezza dalle radiazioni e agevolando l'elaborazione di modalità perfezionate di imaging (ad es. mammografia, TC, MRI, imaging con ultrasuoni). Essi dovrebbero altresì contribuire allo sviluppo di tecniche terapeutiche (ad es. impianti prostatici e radiocirurgia stereotattica), collaborare con i radiooncologi alla concezione di programmi di trattamento e monitorare impianti e procedure. È molto interessante notare che negli Stati Uniti i fisici medici operanti nella diagnostica si occupano non solo di tecniche che utilizzano radiazioni ionizzanti ma anche di modalità di imaging, quali la MRI e l'imaging con ultrasuoni. Le odierne percentuali di fisici medici impegnati in radioterapia, fisica dell'imaging e medicina nucleare sono rispettivamente di circa il 75 per cento, 18 per cento e 3 per cento [3-4]. Secondo l'elenco più aggiornato dei membri dell'AAPM, negli Stati Uniti ci sono circa 15 fisici medici per milione di abitanti.

2.2 Situazione in Europa

In Europa, l'articolo 6 della Direttiva 97/43/Euratom riguardante «la protezione sanitaria delle persone contro i pericoli delle radiazioni ionizzanti connesse a esposizioni mediche ...» [5] dichiara che la procedura diagnostica dovrebbe essere eseguita avvalendosi della competenza di un fisico medico per garantire un livello ottimale di sicurezza. Questa raccomandazione è stata integrata nella legislazione svizzera all'articolo 74 dell'Ordinanza sulla radioprotezione. L'integrazione dell'articolo 6 dell'EURATOM nella legislazione

svizzera è stata fortemente appoggiata dalla Commissione federale della radioprotezione e della sorveglianza della radioattività (CFR) nella sua presa di posizione dell'aprile 2006. Da questo documento emerge che in Europa la situazione riguardante il coinvolgimento ufficiale di fisici medici nella radiodiagnostica/medicina nucleare varia sensibilmente (ad es. da 1,1/0,9 in Jugoslavia a 7,9/9,3 in Svezia per milione di abitanti nel 1998 [6]). Secondo la *Union of Swedish Medical Physicists*, oggi in Svezia per milione di abitanti ci sono 2 fisici medici che lavorano con la MRI, 2,5 fisici medici che lavorano nel campo della radiodiagnostica e 5 fisici medici che lavorano nei servizi di medicina nucleare [7]. In Svizzera, per milione di abitanti, si registra in media la presenza di poco più di un fisico medico impegnato nella radiodiagnostica con impiego di radiazioni ionizzanti e nella medicina nucleare (rispettivamente 0,7/0,6 fisici medici per milione di abitanti nel migliore dei casi). Inoltre, attualmente, i compiti di questi fisici medici non sono chiaramente definiti: spesso sono considerati più che altro «assistenti» e non veri e propri partner che garantiscono la sicurezza dalle radiazioni.

2.3 Obiettivo del presente rapporto

Questo rapporto intende proporre una strategia per ottemperare all'articolo 74 dell'Ordinanza svizzera sulla radioprotezione, volto a migliorare la radioprotezione per pazienti e personale di cura. È il caso di rammentare che questo articolo è stato introdotto per adeguare la normativa svizzera a quanto prescritto dall'EURATOM. Un altro obiettivo del presente rapporto è formulare proposte sulle responsabilità da attribuire ai fisici medici operanti nella diagnostica.

3. Implementazione clinica

3.1 Strategia per la dotazione di personale

Il gruppo di lavoro ha esaminato diversi approcci per giungere a una proposta di strategia ottimale che dia la priorità alle situazioni con i maggiori rischi da radiazioni. Il primo approccio preso in considerazione attribuiva una frazione di fisico medico per impianto di medicina radiologica o nucleare all'interno di un ospedale, di una clinica o di uno studio privato. Questo approccio, pur rispettando le raccomandazioni dell'European Federation of Organisations in Medical Physics (EFOMP) [8] o dell'AAPM, costituirebbe una soluzione molto complessa e richiederebbe una costante ridefinizione del fabbisogno di fisici medici ogniqualvolta un impianto radiologico di un centro fosse aggiunto o rimosso. In alternativa, si è proposto di suddividere i centri in cui si effettua l'imaging medico in tre categorie, secondo la classificazione FMH. Nemmeno questo approccio è risultato soddisfacente, poiché all'interno di una determinata categoria FMH esiste un'estesa gamma di pratiche con un ampio range di rischi radiologici. Per essere pragmatici e assicurare un'efficiente strategia di radioprotezione, il gruppo di lavoro propone di agire a due livelli. L'intervento più consistente dovrebbe essere effettuato nei centri in cui sono utilizzate procedure complesse e attrezzature sofisticate. Questi saranno considerati «grandi centri» e corrisponderanno ai centri di «Categoria 1» o «Categoria 2» della classificazione FMH. Ed è proprio qui che dovrebbe essere compiuto il massimo sforzo per disporre di una dotazione di personale compatibile con la prassi internazionale. Quindi, questi centri dovrebbero impiegare, sulla base di contratti, un certo numero di fisici medici permanenti che svolgano un'adeguata attività di formazione.

Nei centri minori, il bisogno di competenza in fisica medica è certo importante ma non permanente, dato che la maggior parte delle procedure in uso è standardizzata. Per questi

«piccoli» centri, il gruppo di lavoro propone di sviluppare una strategia che consenta una formazione regolare del personale e, al contempo, misure di verifica e controllo volte a garantire un buon livello di radioprotezione. Tale lavoro richiederà anche la collaborazione di fisici medici ma, considerato il rischio potenziale collegato all'uso di radiazioni ionizzanti nei «piccoli» centri, il loro coinvolgimento potrebbe essere rimandato per dare priorità assoluta ai «grandi» centri.

Attualmente, il numero di fisici medici certificati operanti nel settore della radioterapia è appena sufficiente per ottemperare alle prescrizioni legali (un minimo di un fisico medico per acceleratore lineare). Dunque, estendere semplicemente ai campi dell'imaging medico o della medicina nucleare l'intervento dei fisici medici certificati operanti nel settore della radioterapia può far sorgere seri dubbi circa la qualità e la sicurezza dei trattamenti radioterapici.

3.1.1 «Grandi» centri

In questo rapporto sono definiti «grandi» quei centri in cui si esegue un gran numero di procedure di medicina nucleare e di procedure radiologiche complesse a dosi elevate.

Al fine di verificare se un ospedale, una clinica o uno studio privato appartengono alla categoria «grandi» centri, il gruppo di lavoro propone di stimare la frazione di fisici medici dipendenti a tempo pieno (full time employee, FTE) usando la Tabella 1, elaborata con dati disponibili nei Riferimenti bibliografici [2, 7]. Questa tabella presenta la frazione di FTE per impianto disponibile in un ospedale, in una clinica o in uno studio privato. Si propone di considerare necessario un fisico medico a tempo pieno quando la frazione risultante di FTE è uguale o superiore a 0,8 (un risultato di 1,8 richiederebbe la presenza di due fisici medici, e così via). Le sue responsabilità riguarderanno tutti gli aspetti tecnici della radioprotezione, ma escluderanno compiti di ricerca collegati all'uso di tutte le apparecchiature TC, fluoroscopiche, mammografiche, Gamma camera e SPECT/TC, PET/TC del centro. È utile precisare che, ove necessario, l'attività del fisico medico potrebbe essere suddivisa tra compiti riservati agli esami a dosi elevate e compiti riservati agli esami di medicina nucleare.

Tabella 1. Fabbisogno di fisici medici certificati

Apparecchiatura	Frazione di fisici medici FTE per apparecchiatura
TC	0,03
Fluoroscopia (I)	0,005
Fluoroscopia (II)	0,03
Mammografia	0,01
Radiografia CR/DR	0,005
Apparecchiatura Gamma camera	0,01
SPECT/TC, PET/TC	0,25
Compito	Frazione di fisici medici FTE
Coinvolgimento nella radioterapia metabolica	0,05
Formazione per la radioprotezione	0,1

Fluoroscopia (I): senza angiografia o procedure interventistiche

Fluoroscopia (II): angiografia o procedure interventistiche (non solo nei servizi di radiologia)

Attualmente, l'estrema carenza di fisici medici non consente di ottemperare alle prescrizioni legali introdotte dall'articolo 74 ORaP. Come misura transitoria, il gruppo di lavoro propone di accettare il coinvolgimento di quei fisici medici che stanno preparandosi per conseguire la certificazione SSRFM. Durante il periodo di formazione essi sono tenuti a lavorare sotto la responsabilità di un fisico medico certificato.

3.1.2 «Piccoli» centri

Per tutti gli altri centri, le prescrizioni concernenti la radioprotezione potrebbero essere soddisfatte assicurando, da un lato, la formazione continua del personale e, dall'altro, visite periodiche di verifica e controllo/consulenza. In questo caso, il gruppo di lavoro propone di ripartire la Svizzera in sette regioni geografiche:

regione del Lago di Ginevra;

regione dell'Altopiano;

Svizzera nord-occidentale;

Zurigo;

Svizzera orientale;

Svizzera centrale;

Ticino.

Come primo passo, il gruppo di lavoro propone che, per ogni regione, almeno un fisico medico senior (ad es. un fisico medico riconosciuto dalla SSRFM con almeno cinque anni di esperienza) partecipi all'utilizzazione di impianti radiologici e un fisico medico senior partecipi all'attività di centri in cui si effettuano esami di medicina nucleare.

Grazie a questo tipo di approccio, i fisici medici certificati impegnati in centri diversi dai «grandi» (secondo la definizione proposta) avrebbero il vantaggio di poter operare in grandi ospedali e di scambiare esperienze con i colleghi. Insieme potrebbero quindi costituire un centro di competenza dove la collaborazione con medici e tecnici consentirebbe una radioprotezione fatta su misura secondo le necessità. Un ulteriore vantaggio sarebbe che questi fisici medici potrebbero essere amministrativamente aggregati a grandi centri aventi contratti con centri più piccoli. Con ciascun «piccolo» centro potrebbe essere stipulato un contratto che servirebbe a finanziare il lavoro del fisico medico appartenente all'amministrazione di un «grande» centro.

Questo tipo di approccio ha come svantaggio principale che i fisici medici senior visiterebbero i centri senza essere pienamente coinvolti nella pratica quotidiana. Tuttavia, come accennato in precedenza, in questi centri la maggior parte delle procedure costituisce una routine e i bisogni maggiori sono la formazione di esperti locali in radioprotezione, il commissioning dei nuovi impianti e l'esecuzione di verifiche e controlli volti a garantire il miglior equilibrio tra dosi e qualità dell'immagine.

3.2 Fabbisogno di personale

Secondo la dotazione di personale propria della prassi internazionale, il numero di 10-15 fisici medici per milione di abitanti risulta essere lo standard dei Paesi occidentali. Se circa il 20 per cento [3] di questi fisici medici è impegnato nella radiologia diagnostica (imaging radiologico medico e medicina nucleare), in Svizzera dovrebbero esserci da 15 a 23 fisici medici operanti nella diagnostica. La priorità assoluta va data ai grandi centri, dove sono necessari almeno da 8 a 12 fisici medici appositamente formati nella fisica della radiodiagnostica e all'incirca da 6 a 9 fisici medici appositamente formati nella fisica della medicina nucleare. Come seconda priorità, un fisico medico per regione geografica dovrebbe essere impegnato nella fisica medica in ambito diagnostico.

3.3 Responsabilità dei fisici medici in ambito diagnostico

Secondo l'IAEA [9], i compiti e le responsabilità dei fisici medici in ambito diagnostico operanti in grandi centri dovrebbero essere quelli qui di seguito esposti.

Sicurezza dalle radiazioni

- Il compito di garantire la sicurezza dalle radiazioni dovrebbe spettare a un fisico medico appositamente formato.

Indicazione, prove di accettazione e controllo di qualità della strumentazione

- Il fisico medico dovrebbe essere direttamente coinvolto nell'acquisizione delle apparecchiature e dovrebbe assumere la responsabilità delle prove di accettazione e della definizione del controllo di qualità di routine; i tecnici dovrebbero eseguire i controlli di qualità di routine sotto la supervisione di un fisico medico.

Sviluppo e validazione di studi clinici

- Il fisico medico dovrebbe lavorare in stretta collaborazione con il personale medico allo scopo di fornire consigli tecnici utili all'esecuzione degli studi.

Insegnamento

- Il fisico medico dovrebbe essere coinvolto nell'insegnamento ad altri professionisti, specialmente nei campi della sicurezza dalle radiazioni e dei principi di strumentazione.

Indicazioni più dettagliate

Radiologia diagnostica/cardiologia/gastroenterologia/urologia

- Assistenza all'esperto locale di radioprotezione su argomenti di carattere generale concernenti la sicurezza dalle radiazioni (schermatura, operatività, ottimizzazione ...);
- organizzazione della formazione continua del personale;
- commissioning dei nuovi impianti;
- supervisione del controllo di qualità;
- ispezione delle messe a punto tecniche e verifica dei calcoli dei produttori;
- verifica della conformità dei protocolli standard di acquisizione con i DRLs (Dose Reference Levels);
- supporto a tecnici e medici a garanzia di una corretta utilizzazione degli impianti;
- effettuazione di misurazioni di dispersione e ricerca di soluzioni che permettono una esposizione minima del personale;
- raccolta regolare dei dati sulle dosi somministrate ai pazienti per consentire un adattamento dei DRLs;
- valutazione della dose per il paziente;
- esame dei risultati delle prove di stabilità condotte sull'impianto;
- discussione dei risultati con gli esperti locali.

Medicina nucleare

- Assistenza all'esperto locale di radioprotezione su argomenti di carattere generale concernenti la sicurezza dalle radiazioni (schermatura, operatività, ottimizzazione ...);
- organizzazione della formazione continua del personale;
- commissioning dei nuovi impianti;
- supervisione del controllo di qualità;
- ispezione delle messe a punto tecniche e verifica dei calcoli dei produttori;
- garanzia degli aspetti quantitativi delle misure;
- verifica della conformità dei protocolli standard di acquisizione con i DRLs;
- supporto a tecnici e medici a garanzia di una corretta utilizzazione degli impianti;
- effettuazione di misurazioni di dispersione e ricerca di soluzioni che permettono una esposizione minima del personale;
- raccolta regolare di dati sulle dosi somministrate ai pazienti per consentire un adattamento dei DRLs;
- valutazione della dose per il paziente;
- esame della fusione delle immagini (multi-modalità);
- esame dei risultati delle prove di stabilità condotte sull'impianto;
- discussione dei risultati con gli esperti locali;
- radioprotezione quando si fa uso della terapia metabolica.

I compiti e le responsabilità dei fisici medici operanti in campo diagnostico nei piccoli centri potrebbero focalizzarsi su attività di formazione e di verifica e controllo.

4. Conclusione

Questo rapporto sintetizza le pratiche messe in atto a livello internazionale nella gestione degli aspetti tecnici della radioprotezione in medicina al di fuori dei servizi di radioterapia. Le opzioni qui proposte per la Svizzera sono pensate particolarmente per le situazioni che hanno maggior bisogno di essere migliorate a garanzia della sicurezza dalle radiazioni per i pazienti. Fino a quando una nuova formazione di fisici medici certificati, che comprenda un sufficiente approfondimento degli aspetti della radiodiagnostica e della medicina nucleare, non sarà prevista secondo un programma complessivo, si raccomanda di assicurare una formazione complementare ai fisici medici già certificati. Essa potrebbe essere organizzata, ad esempio, sotto forma di corso estivo della durata di due settimane.

5. Riferimenti bibliografici

- [1] http://www.admin.ch/ch/i/rs/814_501/index.html (1.6.2010)
- [2] «Staffing levels and responsibilities of physicists in diagnostic radiology» – Rapporto n° 33 dell’AAPM, 1991.
- [3] <http://faculty.kfupm.edu.sa/PHYS/maalej/Maalej%20Web%20documents/Presentations/Futte%20of%20Medical%20Physics%20in%20KSA.pdf> (1.6.2010)
- [4] <http://adsabs.harvard.edu/abs/2006APS..APR.P6003H> (1.6.2010)
- [5] http://ec.europa.eu/energy/nuclear/radioprotection/doc/legislation/9743_en.pdf (1.6.2010)
- [6] P. Dendy e KA Jessen. 1998 «Update of EFOMP Survey on Qualified and Experienced Medical Physicists». Physica Medica XV(2) 1999.
- [7] Prof. A. Tingberg, («Medical Physicist» – Lund University Hospital - Svezia), comunicazione personale.
- [8] <http://www.efomp.org/online/images/docs/policy/policy4.html> (1.6.2010)
- [9] IAEA «Nuclear medicine resources manual – Chapter 2: Human resource development», Vienna 2006

6. Membri del gruppo di lavoro

Sébastien Baechler	CHUV-IRA, Losanna
Michela Chianello	Clinique La Source, Losanna
Frédéric Corminboeuf	Inselspital Berna
Roberto Mini	Inselspital Berna
Regina Mueller	PSI, Villigen
Samuel Peters	Kantonsspital S. Gallo
Nicolas Stritt	UFSP, Berna
Stefano Presilla	Kantonsspital Lucerna
Hans Roser	Universitätsspital Basilea
Jakob Roth	Arisdorf
Wolf Seelentag	Kantonsspital S. Gallo
Philipp Trueb	UFSP, Berna
Francis R. Verdun (cattedra)	CHUV-IRA, Losanna