放射線治療計画装置におけるカウチモデル(電子密度)の検討

仙台厚生病院　放射線部　○阿部　美津也　(Abe Mitsuya)
丸一　潤吾　　芳賀　喜裕　　佐藤　直人

【背景】

当院では、放射線治療装置更新に伴いカウチがカーボンファイバー天板になった。しかし、放射線治療装置メーカからのカウチ吸収補正に対する情報は少なく、放射線治療計画装置でカウチ吸収補正係数を求めるには、ユーザ側がカウチのモデルを作成し、材質の電子密度を把握する必要がある。

【目的】

タフウォーターファントムを用いたカウチの吸収割合について、実測と放射線治療計画装置でカウチモデルの電子密度を変更した計算結果との比較検討をおこなうこと。

【使用機器】

LINAC：Elekta Synergy(Elekta)、線量計: RAMTEC Smart(東洋メディック)、チェンバー: PTW 30013(PTW)、治療計画装置: Pinnacle^3、CT: Aquilion64　(東芝メディカルシステムズ)

【方法】

1) 12、16、20、24cm厚のタフウォーターファントムに電離箱を入れカウチ上に設置する。電離箱は、LINACに対し幾何学中心に配置する。
2) X線4、6、10MVの各エネルギーで、上記ファントムに10×10cmの照射野で100MUを照射し角度0度と180度、135度と315度の吸収線量を測定し、カウチの吸収割合を求める(※空中にタフウォーターファントムを設置することが困難なため対向ビームにより吸収線量比を求めた)。
3) ビルドアップキャップをつけたチェンバーをLINACに対し幾何学中心に配置し、4、6、10MVでX線出力の角度依存を求める。
4) カウチのCT画像より、カーボン、InnerのCT値の計測をおこない、CT値-電子密度変換テーブルから電子密度を求める。
5) Pinnacle^{3}でカウチモデルを作成し、電子密度の初期値 とCT画像による推測値において、X線4、6、10MVで12、16、20、24cm厚のタフウォーターファントムに180度、135度で、100MU照射した場合の吸収線量をカウチの有無で計算しカウチの吸収割合を求める(※電子密度の初期値は、"Therapy Couch Models in Pinnacle3 Planning, Application Note 2009-01 Rev. A, Philips Medical 2009."を参考とし、カーボンを0.7 g/cm^3、innerを0.1 g/cm^{3}とした)。

【結果】

Elekta Synergyのカウチを撮影したCT値から推定した電子密度をTable1に示す。カウチの吸収割合の実測結果をTable2に示す。また、Pinnacle^{3}での計算結果をTable3に示す。実測とPinnacle^{3}での計算結果の差をFig.1に示す。

Table 1　推定電子密度(g/cm^3)

	LL	S	初期値
カーボン	0.528	0.542	0.7
inner	0.029	0.074	0.1

Table 2　実測結果

ファントム厚(cm)	補正あり						補正なし					
	180度			135度			180度			135度		
	4MV	6MV	10MV	4MV	6MV	10MV	4MV	6MV	10MV	4MV	6MV	10MV
12	3.1	2.7	2.0	4.9	4.0	3.3	2.4	2.1	1.4	4.3	3.5	2.9
16	3.3	3.0	2.2	4.5	3.7	3.0	2.6	2.4	1.6	3.9	3.2	2.6
20	3.5	2.9	2.3	4.8	4.1	3.1	2.8	2.3	1.7	4.2	3.6	2.7
24	3.3	2.7	2.2	4.2	3.7	2.9	2.7	2.1	1.6	3.8	3.4	2.5
平均	3.3	2.8	2.2	4.6	3.9	3.1	2.6	2.2	1.6	4.1	3.4	2.7
SD	0.12	0.12	0.09	0.23	0.19	0.13	0.12	0.12	0.09	0.19	0.14	0.13

Table 3　Pinnacle^{3}計算結果

ファントム厚(cm)	初期値						LL						S					
	180度			135度			180度			135度			180度			135度		
	4MV	6MV	10MV	4MV	6MV	10MV	4MV	6MV	10MV	4MV	6MV	10MV	4MV	6MV	10MV	4MV	6MV	10MV
12	3.4	3.1	2.5	5.7	5.0	4.5	1.5	1.4	1.1	2.9	2.5	1.9	2.5	2.2	2.3	4.2	3.6	2.9
16	2.7	2.3	1.9	4.3	3.7	3.0	1.0	0.7	0.7	1.8	1.6	1.2	1.9	1.4	1.2	3.0	2.7	2.1
20	3.5	3.0	2.4	5.1	4.3	3.5	1.6	1.4	1.1	2.6	2.1	1.6	2.5	2.2	1.7	3.7	3.1	2.6
24	3.6	3.1	2.7	5.3	4.5	3.8	1.6	1.4	1.1	2.6	2.2	1.9	2.6	2.3	1.9	3.8	3.3	2.8
平均	3.3	2.9	2.4	5.1	4.4	3.7	1.4	1.2	1.0	2.5	2.1	1.7	2.4	2.0	1.8	3.7	3.2	2.6
SD	0.30	0.32	0.22	0.42	0.36	0.45	0.22	0.26	0.16	0.31	0.25	0.25	0.27	0.30	0.31	0.34	0.29	0.25

【まとめ】

カウチのX線吸収割合について、1)現在のPinnacle^{3}で使用している初期値(補正無し)では実測値との計算値が約1%程度の誤差があった。2)実測したCT値(Sサークル)から求めた電子密度を用いることで、実測により近い照射が可能であることが示唆された。

【考察】

補正有りはX線出力を正規化しているためカウチのみを示し、補正無しは出力の角度依存を含めた全体の評価をしていると考える。臨床では、Sサークルで補正なしの値を使用することが望ましいと考えられる。

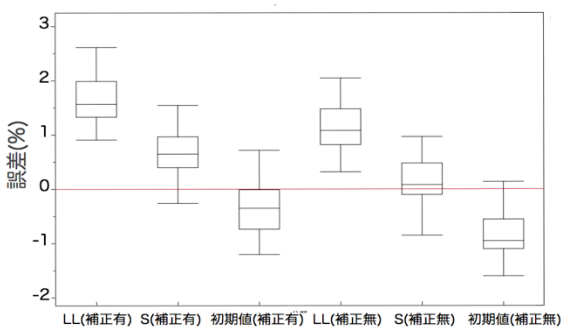

Fig.1　実測とPinnacle^{3}計算値の差