

足立 憲 学位論文審査要旨

主 査 豊 島 良 太
副主査 村 脇 義 和
同 小 川 敏 英

主論文

Heat distribution in the spinal canal during radiofrequency ablation for vertebral lesions: a study in swine

(脊椎病変に対するラジオ波焼灼療法時の脊柱管内温度分布：豚モデルでの検討)

(著者：足立憲、神納敏夫、小川敏英、河合剛、高木康伸、杉浦公彦、大内泰文、橋本政幸)

平成20年 Radiology 掲載予定

学 位 論 文 要 旨

Heat distribution in the spinal canal during radiofrequency ablation for vertebral lesions: a study in swine

(脊椎病変に対するラジオ波焼灼療法時の脊柱管内温度分布：豚モデルでの検討)

ラジオ波焼灼 (RFA) を用いた治療は、脊椎領域の腫瘍に対しても用いられるようになってきているが、脊椎領域には脊髄神経や神経根などの重要な組織が含まれており、椎体腫瘍に用いる際にはこれらの組織への影響を十分に評価すべきである。本研究の目的は、豚脊椎を用いて骨皮質欠損モデルと非欠損モデルにおいてRFA施行中の温度測定を行い、その安全性を評価することである。

方 法

生体内実験

実験には体重38.0～44.7 kgの豚6頭を用いた。手技は呼吸および循環管理下に全身麻酔を行い、左側臥位にて行った。透視下に13ゲージ骨生検針を用いて、椎間孔の約1 cm前方部の腰椎椎体を側面より穿刺し、非絶縁部1 cmまたは2 cmの17ゲージRFA針(Cool-tip needle)を骨生検針を通して椎体内に設置した。脊柱管内、椎体内および椎体表面の3ヶ所の温度を測定するために、20ゲージ二重針(PTCD針)をRFA針と同レベルの脊柱管内と椎体前面に、また骨生検針を用いてRFA針より約1 cm頭側の椎体を穿刺し、温度計を設置した。その後、RFA針を用いて焼灼を行い30秒毎に温度測定を行った。またRFA針先端の温度測定は焼灼前と焼灼終了時に行った。非絶縁部1 cmおよび2 cmのRFA針にてそれぞれ10椎体について焼灼し、比較を行った。

生体外実験

椎体の皮質欠損を伴う場合と伴わない場合の椎体の温度分布を調べるために、生体外実験を追加した。実験には体重38.5～43.2 kgの豚4頭から取り出された12個の腰椎椎体を用いた。椎体の両側壁より孔をあけ椎体内に空洞を作成し、後壁の皮質欠損モデルではその孔を通して後壁欠損を作成した。椎体内部の空洞には腫瘍モデルとして筋肉片を詰め込んだ。RFA針は17ゲージ非絶縁部1 cmを用い、側壁に開けた穴よりRFA針を腫瘍部へ挿入し、脊柱管前壁と椎体前壁に接するようにそれぞれ温度計を設置した。皮質欠損群、非欠損群

をそれぞれ6椎体ずつを卵白で満たされた水槽内で焼灼し、焼灼中は30秒毎に温度測定を行った。RFA針先端の温度測定は焼灼前および焼灼終了時に行った。

結 果

生体内実験

非絶縁部1 cm針を用いた群では、平均焼灼時間は 129.3 ± 23.5 秒で、焼灼終了時温度は、脊柱管内 38.2 ± 2.7 °C、椎体内 52.8 ± 11.4 °C、傍椎体部 33.6 ± 2.4 °Cであった。RFA針先端部温度は 71.5 ± 4.3 °Cまで上昇した。非絶縁部2 cm針を用いた群では、平均焼灼時間は 144.6 ± 30.3 秒で、焼灼終了時温度は、脊柱管内 45.5 ± 6.2 °C、椎体内 83.8 ± 18.9 °C、傍椎体部 38.3 ± 3.7 °Cであった。RFA針先端部温度は、 86.1 ± 4.0 °Cまで上昇した。脊柱管内は非絶縁部2 cmの群で1 cmの群よりも有意に高い温度上昇を示した($P < 0.001$)。

生体外実験

椎体後壁の骨皮質欠損群では平均焼灼時間は 172.1 ± 24.6 秒であった。焼灼終了時温度は、脊柱管内 48.4 ± 6.2 °C、椎体前壁 31.6 ± 2.9 °Cであった。RFA針先端部温度は 77.5 ± 7.3 °Cまで上昇した。非欠損群では平均焼灼時間は 133.7 ± 24.1 秒であった。焼灼終了時温度は、脊柱管内 31.3 ± 3.4 °C、椎体前壁 32.1 ± 2.4 °Cであった。RFA針先端部温度は 77.0 ± 4.3 °Cまで上昇した。椎体後壁の皮質欠損群の脊柱管内は、非欠損群に比べ有意に高い温度上昇を示した($P < 0.001$)。

考 察

椎体海綿骨および骨皮質が保たれた生体内実験で非絶縁部1 cmのRFA針を用いた群では、脊柱管内温度は平均 38.2 °C(最高 41.6 °C)までの上昇であり、不可逆的な神経障害が生じるとされる 45 °Cを下回っていたが、非絶縁部2 cmのRFA針を用いた群では脊柱管内温度は平均 45.5 °C(最高 55.4 °C)であり 45 °Cを上回っていた。また生体内実験にて安全とされた非絶縁部1 cmのRFA針を用いた生体外実験では、椎体後壁の非欠損群では 31.3 °Cまでの上昇であったが、皮質欠損群では 48.4 °Cまで上昇し 45 °Cを上回っていた。これらの結果より脊椎領域に生じた腫瘍性病変では、椎体後壁の皮質欠損を伴う場合、RFAにより神経障害が発生する危険性があり、また皮質欠損を伴わない病変でも非絶縁部の長いRFA針を用いる場合には、神経障害を生じる可能性があることが示唆された。

結 論

椎体後壁の皮質欠損を伴わない病変に非絶縁部の長いRFA針を用いる場合には、神経組織に熱障害を来す可能性があり、また比較的安全とされる非絶縁部の短いRFA針を用いる場合でも、病変と脊髄神経の間に骨皮質が保たれていない場合には神経組織に熱障害を生じる可能性があることが示唆された。