

原著論文

ホットパック療法における治療時間の検討

松澤 正¹⁾・目黒 力¹⁾・田子利法²⁾・野田隆基³⁾

The study on therapeutic time in hotpack therapy

Tadashi MATSUZAWA¹⁾, Tsutomu MEGURO¹⁾, Toshinori TATSUKO²⁾, Takaki NODA³⁾

要 旨

温熱療法は痛みの治療、循環の改善、筋緊張の緩解等の治療で、最もよく使われる治療法である。その温熱療法の中では、その手軽さからホットパック療法がよく使われる。

ホットパック療法は、シリカゲルを厚手の布袋に詰めたものを熱水（80～90℃）に浸した後、バスタオルでくるみ患部に当て、温熱刺激を与えるものである。シリカゲルは、多孔質で、比熱のきわめて高い物資で、水分を含んだシリカゲルは、ゲル状の半固形化することで、水分子の対流を防止する。このようなことから、比熱が高いため熱容量が大きく、また、対流をなくすことで、熱エネルギーをゆっくりと身体に伝えることができる。このホットパックの熱伝達の特徴を表面温、深部温、皮下血流量を指標として、ホットパック療法の最も適した治療時間を研究したものである。

実験は、右下腿部にホットパック療法を30分間行なった時の表面温、深部温、皮下血流量を測定し、その変化から最適な治療時間を求めた。

その結果、表面温は、治療開始後18分で最高温度に達し、その後9分間ほぼ同じ温度を保ち、治療終了後徐々に下降した。治療終了後30分においても治療前の温度よりも高い状態であった。深部温は、治療開始後26分で最高温度に達し、治療終了後1分まで同じ温度を保ち、その後徐々に下降した。治療終了後30分においても治療前の温度よりも高い状態であった。皮下血流量は、治療開始後30分において最高の増加を示し、その後、徐々に減少するが、治療終了後30分においても治療前より増加を示した。

また、治療側と反対側の表面温と深部温を同時に測定し、その変化を調べた。その結果、非治療側の表面温、深部温のわずかな上昇をみた。

以上のようなことから、ホットパック療法は、20～30分の治療時間が必要と認められた。また、治療側と離れた部位の温熱刺激を行なうことができることも確認できた。

キーワード：ホットパック療法：皮膚温：血流量

1. はじめに

物理療法の中でも温熱療法は痛みの治療、循環の改善、筋緊張の緩解等の治療で、最もよく使われるものである。その温熱療法の中では、その手軽さからホットパック療法（以下 HP 療法と略す）がよく使われる。

HP 療法は、シリカゲルを厚手の布袋に詰めたもので、熱水（80～90℃）に浸した後、バスタオルでくるみ患部に当て、温熱刺激を与えるものである。シリカゲルは、多孔質で、比熱のきわめて高い物資で、水分を含んだシリカゲルは、ゲル状の半固形化することで、水分子の対流を防止する。このようなことから、比熱

1) 群馬パース大学保健科学部 2) 榛名荘病院 3) 島田病院

が高いので熱容量が大きく、また、対流をなくすことで、熱エネルギーをゆっくりと身体に伝えることができる。

しかし、HP 自体の熱伝達の科学的証明は、十分とは言えない。この研究は、過去の HP 熱伝達研究から実証的に再検証を行うものである。

2. 目 的

HP の熱伝達の特徴を表面温、深部温、皮下血流量を指標として、HP 療法の最も適した治療時間を求めることである。

3. 方 法

【対 象】 被験者は健康者10名（男子5名、女子5名）で、平均年齢20.6歳である。

なお、対象者には事前に本研究の目的、方法、利益と不利益、データ処理方法等、さらに、自由意志での参加であること、いつでも参加を中止できることについて十分な説明をした上で、自らの意思で参加してもらったものである。

【実験環境】 室温25°Cに保った環境下で行なった。

【実験方法】 被験者を治療用ベットに腹臥位にし、右下腿部後面に HP を30分間施行し、施行後30分間同じ姿勢を保持した。HP は、ハイドロコレータ（酒井医療製）内の水温を80°Cに保ち、24時間以上浸し、HP を2枚のバスタオルでくるみ、更に、ビニールで包み、乾熱刺激として用いた。施行中と施行終了後30分間患部をバスタオルで被った。

表面温と深部温は、テルモ社製コアテンプル CTM-205を用い、左右下腿後面中央にプローブを装着し測定した。左プローブは、コントロールとして測定した。なお、右下腿部のプローブは HP の影響をさけるために断熱材で被った。この機器は、抵抗変化により生体温度を検出できるサーミスタを用いて熱流補償を行なったプローブにより深部体温を測定するものである。皮下血流量は、ダウ技研製サイバーメド CDF2000を用い、右下腿後面中央にプローブを当て測定した。測定は、HP 療法施行前、施行中30分間、施行終了後30分間を1分毎に測定した。測定結果は、被験者10名のデータの平均値を求めた。

【倫理的配慮】 本研究は、文部科学省・厚生労働省の「疫学研究に関する倫理指針」に基づき、対象の人権を尊重し、プライバシー厳守の上で行なった。

4. 結 果

(1) HP 療法施行側の表面温と深部温の変化

図1は、HP 療法施行側の表面温と深部温の経時変化を示したものである。表面温は、HP 療法施行前 $34.2 \pm 1.2^\circ\text{C}$ で、施行中18分で最高温度 39.7°C の $5.5 \pm 1.1^\circ\text{C}$ 上昇に達した後、9分間その温度を保ったが、HP 除去直後は、 $38.2 \pm 1.2^\circ\text{C}$ となり、さらに、除去後10分で $35.3 \pm 1.2^\circ\text{C}$ と下降し、その状態が HP 除去後30分まで続いた。深部温は、HP 療法施行前 $36.3 \pm 0.6^\circ\text{C}$ で、施行中3分後から上昇しはじめ26分で最高温度の $38.0 \pm 0.7^\circ\text{C}$ となり、その後 HP 除去後1分まで保ち、その後徐々に下降したが、HP 除去30分まで $0.7 \pm 0.9^\circ\text{C}$ の上昇を保った。

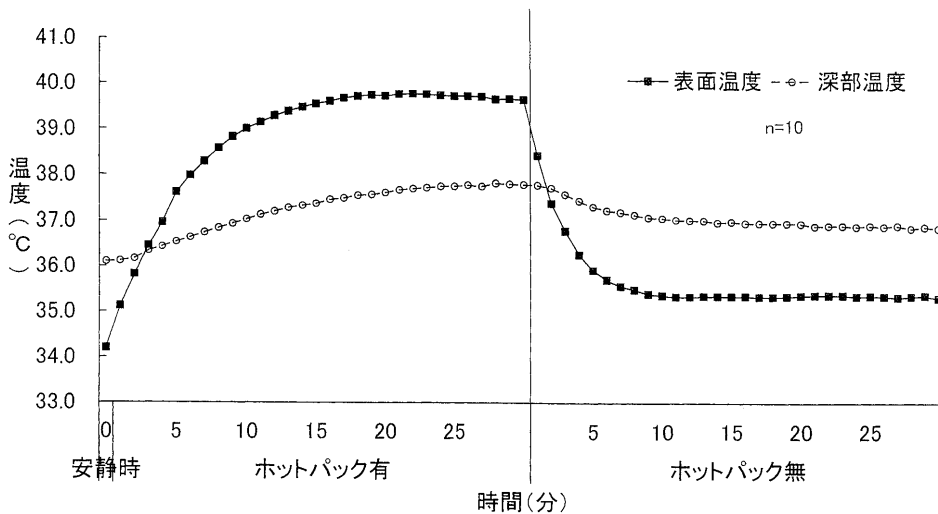


図1 HP 療法施行側（右）の表面温度と深度温度

(2) HP 療法施行側の皮下血流量の変化

図2は、HP療法施行側の皮下血流量の経時的变化を示したものである。皮下血流量は、HP療法施行前 $6.2 \pm 2.2 \text{ ml/min/100g}$ で、施行中30分で $13.8 \pm 4.5 \text{ ml/min/100g}$ とピークに達し、その平均血流量の増加は $7.6 \pm 4.5 \text{ ml/min/100g}$ であり、HP除去後30分まで増加を保った。

(3) 非HP療法施行側の表面温と深部温の変化

図3は、非施行側の表面温と深部温の経時的变化を示したものである。表面温は、HP療法施行前 $34.0 \pm 1.1^\circ\text{C}$ で、HP除去後9分で $34.7 \pm 0.7^\circ\text{C}$ の最高値となり、HP療法施行前と比較するとわずかな上昇となった。深部温は、HP療法施行前 $36.0 \pm 0.6^\circ\text{C}$ で、HP除去後21分から30分で最高値の $36.5 \pm 0.6^\circ\text{C}$ を示し、HP療法施行前と比較すると $0.5 \pm 0.6^\circ\text{C}$ の上昇に留まっ

た。

(4) 表面温の左右側の比較

図4は、左右の表面温の比較を示したものである。HP療法施行側(右側)が非施行に対し、HP療法施行中、施行後30分間とも温度上昇が著しかった。HP療法施行側と非施行側でHP施行中、施行終了後30分まで5分間隔でSPSS13.0Jを用いt-検定(以下同じ)を行なった結果、危険率5%でHP療法施行側が非施行側に対し有意に温度上昇を認められた。

(5) 深部温の左右側の比較

図5は、左右の深部温の比較を示したものである。表面温と同様に、HP療法施行側が非施行側に対し、HP療法施行中、施行後30分間とも温度上昇が著しかった。HP療法施行側と非施行側で、HP療法施行中、施行後30分まで5分間隔でt-検定を行なった結

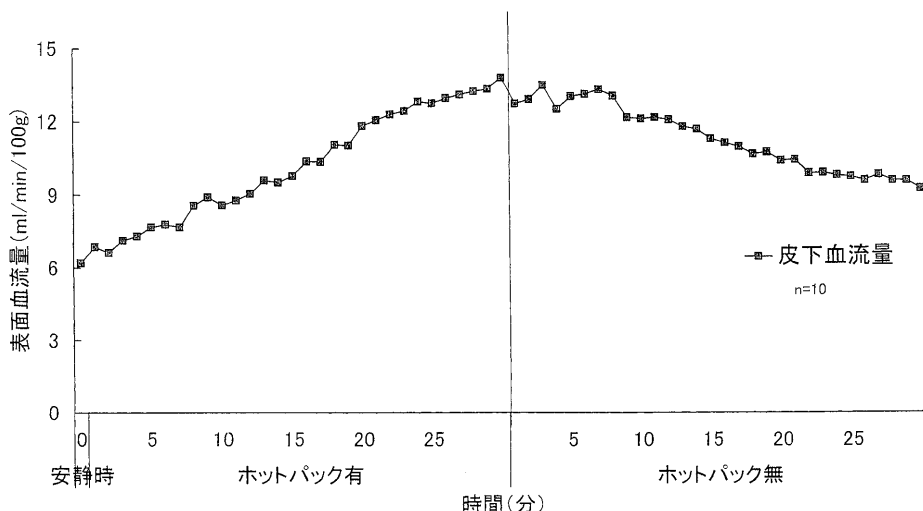


図2 HP療法施行側(右)の皮下血流量

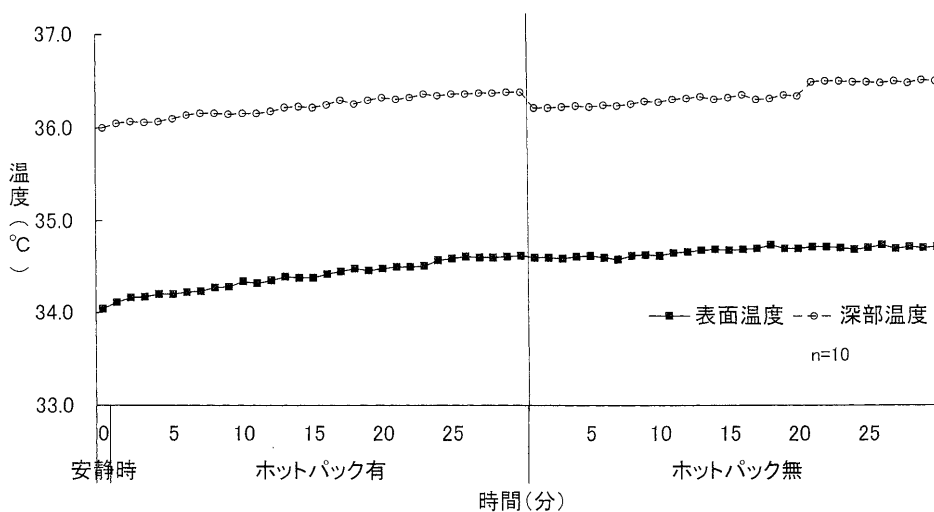


図3 非HP療法施行側(右)の表面温度と深部温度

果、危険率5%でHP療法施行側が非施行側に対し有意に温度上昇を認められた。

5. 考 察

熱力学では、熱の移動方式として伝導、対流、変換、放射があり、HPは、伝導によって熱が伝えられ、その特徴は、熱伝導がゆるやかであるということにある。熱が伝導によって2つの物質間を移動する速度は、それら物質間の温度差、物質の熱伝導率、お互いの接触面積によって決まり、下記の公式が成り立つ。

$$\text{熱移動速度} = \frac{\text{接触面積} \times \text{熱伝導率} \times \text{温度差}}{\text{組織の厚さ}}$$

以上のことから、今回の実験では、各被験者には同じ方法でHP療法を行なったので、HPの接触面積は

同じ大きさのHPを用い、下肢の下腿後面に同じ面積に接触させた。熱伝導率はHPと皮膚の間にタオルの厚さを同じようにし行なったので、同じ伝導率と考えられる。また、温度差は、HPを80°Cの温水に浸し、体温との差は、ほぼ一定と考えられる。このようなことから、今回の熱移動速度を捉えるものとして、HPの材質であるシリカゲルの熱伝導の特徴を捉えものとして考えることができる。

まず、表面温と深部温の上昇をみると表面温がHP療法施行中18分で最高温度に達し、深部温は、HP療法施行中26分で最高値に達した。表面温は、ピークに達した後HP療法施行中に時間とともにやや下降するが、深部温は、HP除去後もわずかな時間であるが、同じ温度を保った。このことは、皮下血流量の変化からも伺える。すなわち、皮下血流量は、HP療法施行中30

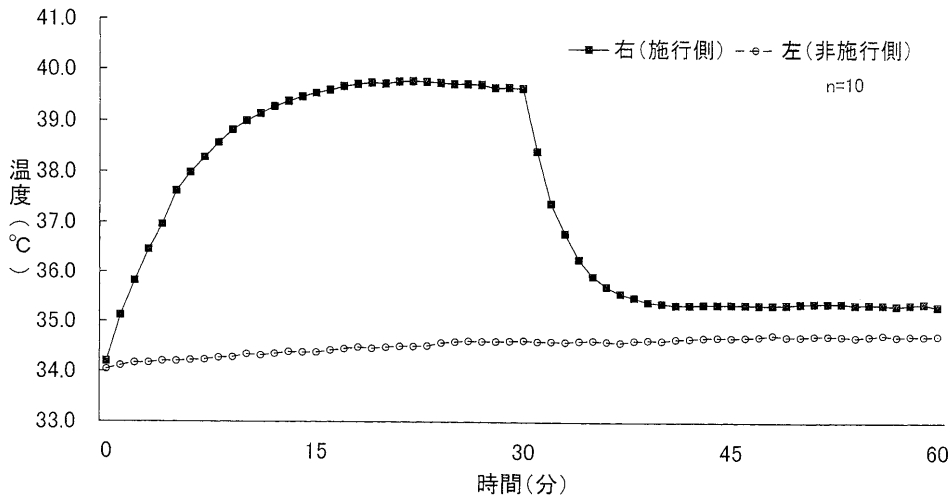


図4 左右表面温度の比較

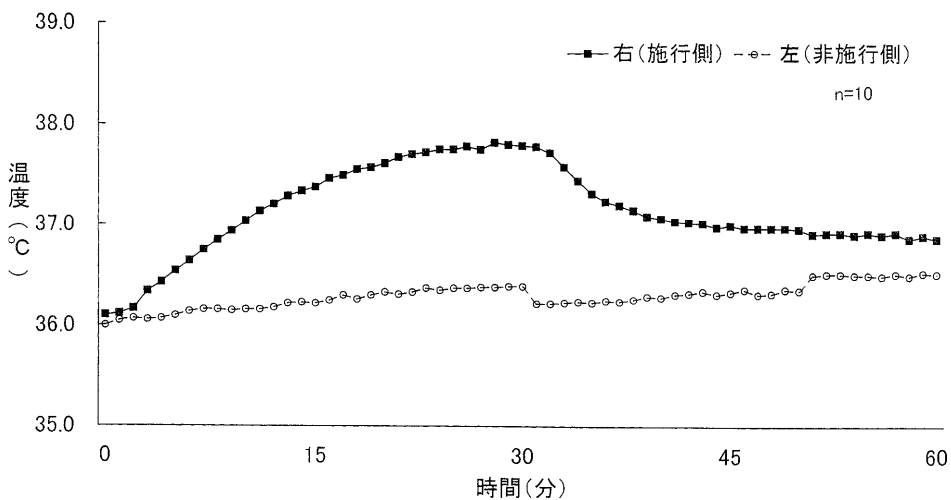


図5 左右深部温度の比較

分でピークに達した。このように、皮膚温の上昇が起こってから、その後血流量の増加が追隨して行くことが確認された。斎藤らは、サーミスタ温度計を用いて測定し HP 療法施行前後の皮膚温変化を図 6 のように示している¹⁾。その中で、今回の実験と同じ部位として膝部があり、その皮膚温変化は、HP 療法施行前 33.1°C から施行 10 分後にはほぼ一定した皮膚温 39.9°C に達し、同温度を 3 分間保ち、14 分後に最高温度 40.1°C に達した。HP 除去後 15 分で 36.1°C まで下降したとしている。今回の実験の結果もほぼ同様の成績である。このように表面温と深部温の上昇の特徴から HP 療法施行に際して、有効な治療時間としては、20 分から 30 分間の施行が必要と考えられる。

次に、温熱施行側の温度上昇が起こると共に、非温熱施行側の皮膚温の変化が起こると言われている。すなわち、皮膚からの求心性温熱刺激は脊髄に入り、血管平滑筋のアドレナリン作動性交感神経活性を減少させ、血管を拡張させる反射が起こる。この反射は暖められた部位だけに限らず、離れた部位にもその影響が及ぶという。これを共感性反応 (con-sensual response) といい、脊髄反射によるものである²⁾。

今回の実験では、HP 療法施行側と非施行側を同時に測定して、非施行側の温度上昇が表面温で $0.7 \pm 0.7^\circ\text{C}$ 、深部温で $0.5 \pm 0.6^\circ\text{C}$ の上昇を示した。このことは非施行側に共感性反応が起こっているものと考えられる。患部に直接温熱刺激を加えることができないよ

うな時にも、遠隔部の温熱療法によって、患部の温熱刺激が可能なことを示したものである。

6. ま と め

今回の実験から、下記のようなことが確認された。

- ① 乾熱性 HP 療法の治療時間は、20 から 30 分施行することが望ましい。
- ② 非施行側の遠隔部においても、共感性反応として、わずかであるが表面温、深部温の上昇がみられた。

引用文献

- 1) 斎藤昭彦・他：ホットパック施行中における皮膚温の経時的変化，理学療法学，13 (supplement) 110, 1986.
- 2) 福井園彦：物理療法第 3 版，医歯薬出版，pp.7-24, 1993.

参考文献

- 1) 網本 和：物理療法，医学書院 pp.50-101, 2004.
- 2) 嶋田智明・他：物理療法マニュアル，医歯薬出版 pp.2-40, 1996.
- 3) 真野行生・他 (Michelle H.Cameron)：EBM 物

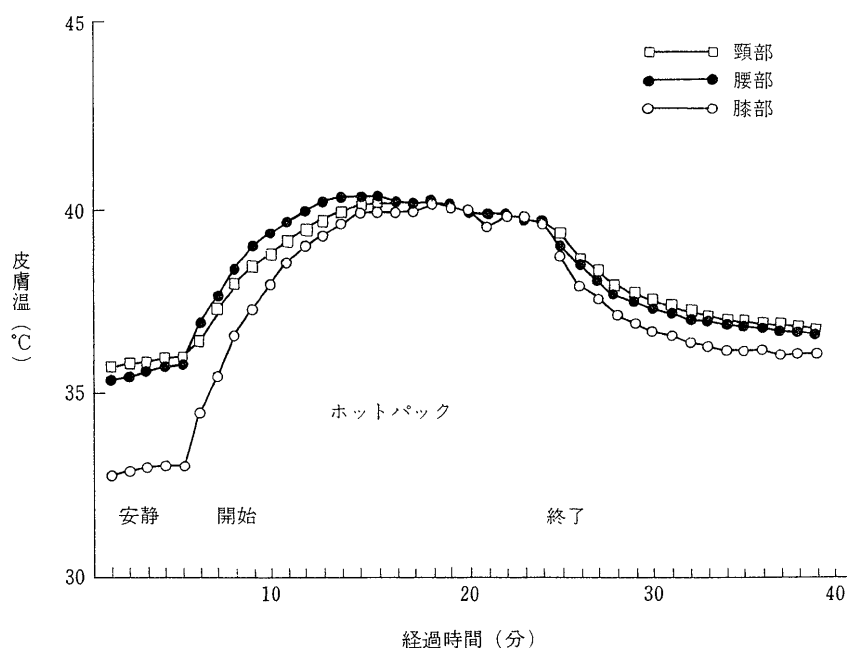


図 6 ホットパック施行中の温度変化 (斎藤・他 1986)¹⁾

- 理療法 pp.123-174, 2003.
- 4) 田中信行・他：温熱療法，総合リハビリテーション 25(8)，pp.721-725, 1997.
 - 5) 篠原英記・他：ホットパックの適切な使用方法について—湿熱と乾熱の違い— 理学療法学 16(5)，pp.351-354, 1989.
 - 6) 山崎 肇・他：ホットパック療法における再加熱時間の検討，理学療法学 21(supplement)，p.124, 1994.
 - 7) 篠原英記・他：ホットパック適用中の温度変化と熱量再獲得に要する時間，理学療法学 16 (supplement)，p.270, 1989.
 - 8) 大内 厚・他：ホットパック使用前後の多点温度測定，理学療法学 19(supplement)，p.201, 1992.
 - 9) 吉田次男・他：熱流補償法を用いた深部温度測定についての一考察，医器学 19, Vol.67, No.6, pp. 37-41, 1997.
 - 10) Foz, R. H. and Solman A. J: A new technique for monitoring the deep body temperature in man from the intact skin surface, J. Physiol, 212, pp.8-10, 1971.
 - 11) 西沢邦秀・他：NMRによる温度計測，Biomedical Thermography, Vol.6, pp.162-171, 1986.
 - 12) 斉藤正男：ハイパーサーミアの基礎と体温計測，臨床体温 Vol.10(1)，pp.1-8, 1990.
 - 13) 辻 隆之：医療機関としてのわが国の体温計の現状と将来，臨床体温 Vol.14(1)，pp.18-22, 1988.

Abstract

Thermotherapy is the most utilized medical treatment for curing pain, improving circulation, and alleviating muscular tension. Among various types of thermotherapy, hotpack therapy is often used because of its simplicity and ease of application. In hotpack therapy, thermal stimulus is given to the affected area using silica gel packed in a thick cloth bag, which is soaked in hot water (80–90°C) and then applied by wrapping with a bath towel. The silica gel used in this method is a porous substance that has an extremely high specific heat. In silica gel that contains water, convection of water molecules is prevented by semi-solidification in a gel state. The high specific heat gives the gel a large heat capacity, and the absence of convection makes it possible to convey the thermal energy to the body slowly.

A study of the optimal treatment time for hotpack therapy was conducted using three indicators, namely, skin temperature, deep temperature, and blood flow under the skin, all of which are characteristics of heat transfer in hotpack therapy. The experiment was carried out by measuring the skin temperature, deep temperature, and blood flow under the skin when hotpack therapy was given on the lower right leg for 30min, and the optimal treatment time was obtained based on the changes in these indicators.

The results revealed that the skin temperature reached its maximum 18min after starting the therapy, maintained the same temperature for 9min, and then gradually decreased after the completion of therapy. Skin temperature was higher 30min after the completion of therapy than before therapy. Deep temperature reached its maximum 26min after starting the therapy, maintained the same until 1min after the completion of therapy, and then gradually decreased. Deep temperature was higher 30min after completion of therapy than before therapy. The volume of blood flow under the skin increased to its maximum 30min after starting the therapy, and although it gradually decreased, the volume after the completion of therapy was higher than that before therapy.

The skin temperature and deep temperature on the opposite side from the treated area were also measured at the same time to study the changes in other areas. Both skin temperature and deep temperature showed some rise on the opposite side.

Based on these results, a hotpack therapy time of 20–30min is considered necessary. The results also confirmed that thermal stimulus by hotpack therapy is effective in parts at some distance from the treated area.

Key words : hotpack therapy, skin temperature, blood flow