

原 著

## Co-29Cr-6Mo合金を用いた動物専用鍼灸針の開発

山手寛嗣<sup>1,2)</sup> 沼田泰子<sup>3)</sup> 岡村明佳<sup>3)</sup> 千葉晶彦<sup>4)</sup> 首藤文榮<sup>1,3)</sup>

### 要 約

生体用Co-29Cr-6Mo合金は優れた機械的特性と比較的低い細胞親和性を持っている。この特性は、動物用鍼灸針に適していると考え、これを素材にして大動物用および小動物用の鍼を試作した。これらの鍼について、その使用感を調べた結果、刺入、運鍼などの施鍼過程において良好な評価が得られた。

キーワード：Co-29Cr-6Mo合金，動物専用鍼灸針，試作，施鍼過程

最近、人と動物の関係が変化する中で、動物に優しい治療法が求められるようになり、よりストレスの少ない治療法として動物鍼灸に対する関心が高まっている。現在使用されている鍼の素材は、金や銀を含む貴金属素材もあるが、主にステンレス鋼であり、ステンレス鍼として広く市販されている。まれではあるが、コバルト鍼も市販されている。鍼の素材は、優れた機械的特性と施術に適した生物学的特性を兼備していることが望ましい。今回、財団法人いわて産学振興センターによる委託研究事業である都市エリア産学官連携促進事業で開発された生体用Co-29Cr-6Mo合金に着目して、動物用鍼としての性状を検討した。

### 材料と方法

鍼の試作に先立ち、生体用Co-29Cr-6Mo合金を調製し、組成、イオン溶出などの化学的特性、

タンパク質吸着性、細胞付着性などの生物学的特性を調べた。

生体用Co-29Cr-6Mo合金粒子をウシ血清に浸漬し、37℃で20分間インキュベートしたときに溶出されたイオンの量をICP質量分析で測定した。また、鍼治療では普通15-30分の刺激を行うので、施術中に鍼表面に多種類の血清タンパク質が結合することが考えられる。Co-29Cr-6Mo合金に結合する血清タンパク質の種類を調べるため、Co-29Cr-6Mo合金および純チタンをウシ血清と37℃で20分間インキュベートした後、0.1および0.5% SDSで溶出したものをSDS-PAGE電気泳動法により分析した。さらに、細胞レベルの親和性を知るために、合金のプレートの上に所定数の細胞を播種し、5%炭酸ガス存在下、37℃でインキュベートした。6時間後に金属表面に付着している細胞数を計測した。

このような生物学的特性を踏まえて、使い易

<sup>1)</sup> (有)岩手動物鍼灸センター <sup>2)</sup> 盛岡支会，盛岡動物医療センター

<sup>3)</sup> 岩手大学支会，岩手大学地域連携推進センター <sup>4)</sup> 東北大学 金属材料研究所

表1 調製したASTMF75相当コバルト合金の組成

|             | Co   | Cr    | Mo   | Ni   | C     | Si   |
|-------------|------|-------|------|------|-------|------|
| ASTM F75相当  | Bal. | 28.45 | 6.06 | 0.16 | 0.26  | —    |
| ASTM F75-92 | Bal. | 27-30 | 5-7  | <1.0 | <0.35 | <1.0 |

表2 ウシ血清による金属イオン溶出試験

|                  | Co   | Cr | Mo   |
|------------------|------|----|------|
| Co-Cr-Mo合金 (未使用) | 2.36 | 0  | 0.36 |
| Co-Cr-Mo合金 (再使用) | 0    | 0  | 0.14 |

さを考慮して新しい鍼を作製した。

### 成 績

コバルト合金については、ASTM規格がある。これを基準にしてインゴットの組成を比較してみると、表1に示したように、インゴットはASTM F75の規格条件を満たした。

未使用のCo-29Cr-6Mo合金を初めて血清に曝すとCoイオンが多く溶出された。次に血清に曝した合金を2%SDSで洗浄し、再度血清に曝

すと、今度はCoの溶出が見られなかった。Crは未使用でも、再使用でも溶出は認められなかった。Moは未使用では僅かに溶出し、再使用でもごく僅かに溶出が認められた(表2)。

また、データは示していないが、純水やリン酸緩衝液でも血清の半分程度のCoイオンが溶出された。

図1には吸着・結合タンパク質の分析結果を示してある。Co-29Cr-6Mo合金には約40種類のタンパク質が結合した。これらのタンパク質は、0.5%SDSで大部分が解離したが、中には2%SDSでも解離しないものもあった。Co-29Cr-6Mo合金と純チタンとで吸着・結合タンパク質を比較すると、0.1%SDSと0.5%SDSともCo-29Cr-6Mo合金の方からの解離タンパク質のバンド数は多かった。

また、通常の組織培養用プレートに付着した細胞数を1.0として計算すると、生体用Co-29Cr-6Mo合金における付着率は0.6であった。

次に、より良い鍼灸効果を期待して動物用鍼を試作した。製作に当たって持ち手と電極接続部を特に留意した。施術中に動物が動いても接続電極が外れないように、リング部分を造った。このリングは、鍼刺入時に持ち手補助部分としても機能した。試作した鍼を実際に使ってみると、抵抗が少なく刺入がスムーズで、適度な腰があり針管の補助無く刺入可能であった。持ち手の太さも十分であり把持しやすかった。持ち手に彩色したので、動物の体表には無い色彩により、毛に埋まって見えなくなることもなかつ

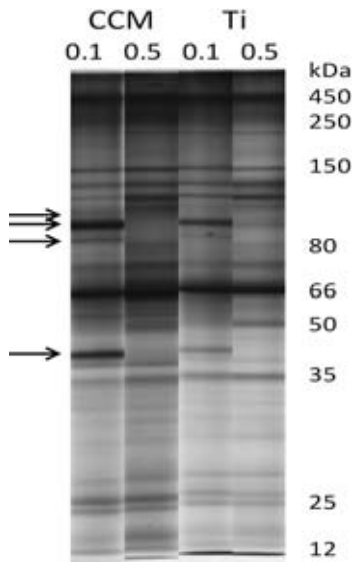


図1 吸着・結合タンパク質の分析

Co-29Cr-6Mo合金 (CCM) および純チタン (Ti) をウシ血清と37°Cで20分間インキュベートした後、0.1および0.5%SDSで溶出したものをSDS-PAGEで電気泳動分析した。0.1および0.5はSDSの濃度(%)を、kDaは分子サイズを示す。矢印は、0.1%SDSでほぼ完全に解離するタンパク質を示す。

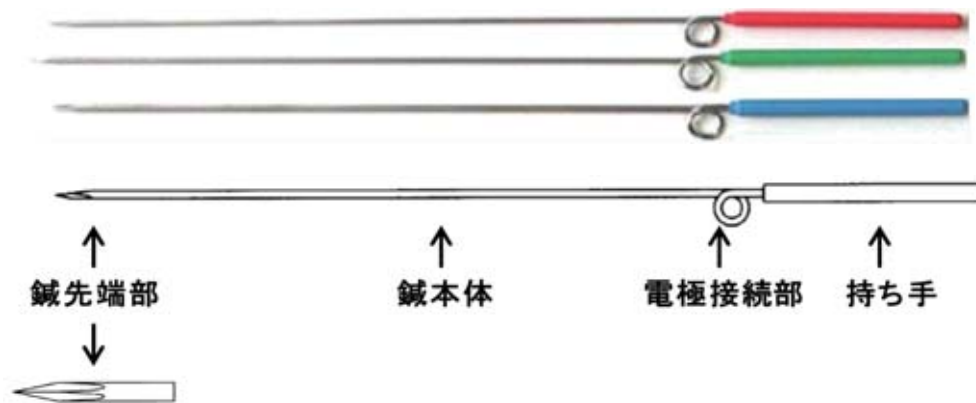


図2 大動物用鍼（長針）の構造

電極接合部はリング状に、先端部は3種構造になっている。上は製品、下は模式図である。

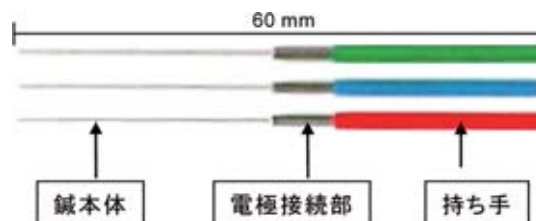


図3 小動物用鍼（短針）の構造

電極接合部はリングの代わりに露出部がある。先端はまつば状（丸針・円針）になっている。

た。また、万一落下しても目につきやすく探査に便利であった。

### 考 察

鍼灸は、数千年に亘る経験によって導き出された古くからの伝統的な技術であり、強い外科的侵襲を伴わない優しい治療法である。患部に直接効く薬物の投与や患部を外科的に切除する西洋医学的治療法と違って、鍼灸は関係しているツボを刺激することにより治療効果を間接的に導くものであるから、効果はマイルドに現れる。効果発現のメカニズムは複雑であり、まだ解明されていない部分が多く残されている。現在、鍼の効果およびその発現メカニズムについて、多くの国で医学生物学的手法を用いた解析が進められている。

鍼灸効果に大きな影響を及ぼす因子の一つは、施術に使用される鍼本体の特性である。鍼灸の歴史に関する資料によれば、古くは石鍼、骨鍼、

竹鍼、青銅鍼などが使用されていた。歴史と共に新しい鍼とそれを用いた治療法が発明され、鍼灸療法が発展してきた。

鍼本体は、施術の成否および治療効果を左右する最も重要な器具である。施術により鍼と生体とのあいだに複雑な関係が発生する。刺入時の抵抗、切れ味、曲り難さ、復元力などは、鍼とツボ組織の相互関係により生まれる事象であり、針先の形状、表面の粗さ、研磨法およびそれに基づく素材と組織細胞の親和性などが関係する。今回、新規開発したCo-Cr-Mo合金は、強度、靱性、耐食性及び耐摩耗性に優れている[1-6]。Co-Cr-Mo合金を生体用を使用するという試みは古く、1929年にバイタリウム(Vitallium)という名称で歯科用材料として商品化された。コバルト合金のASTM規格に定められている機械的強度は、引っ張り強度655 MPa、耐力450 MPa、伸び8%であり、今回開発されたCo-29Cr-6Mo合金はこれらの強度を備

えている [1-6]. この強度は、動物用の鍼としては十分な強度であると考えられた。

鍼治療では、鍼は刺入により体液と組織細胞に接触する。体液には濃度は異なるが血清と同じ成分が含まれており、鍼表面はその影響を受ける。鍼が体液に触れたときに鍼から金属イオンが溶出することが考えられる。解離する金属イオンの種類と量は、素材の種類と通電方法により異なる。今回の実験でも動物用鍼を何の処理もしないでそのまま生体組織に刺入すると、CoやMoの金属イオンが溶出したが、再使用では溶出量が減少していた。初期イオン溶出の影響を避けるためには、使用に先立って、予め純水またはPBSでイオン溶出を繰り返しておく必要があると思われた。さらに、Co-Cr-Mo合金に吸着・結合する蛋白質は従来から用いられているチタンと比較すると、Co-29Cr-6Mo合金の方からの解離タンパク質が多く、吸着・結合能が低いことが分かった。また、Co-29Cr-6Mo合金における組織培養用プレートに付着した細胞数はチタンより低く、細胞との親和性が比較的低いと考えられた。タンパク質や組織細胞との親和性が低いことは、鍼刺入時の抵抗の軽減につながり、運針がよりスムーズになると考えられた。

動物鍼灸の効果に関しては多くの報告がある [7-9]. 牛や馬の繁殖障害の治療や受胎率の向上 [10-11], イヌの椎間板ヘルニア後に見られる難治性神経疾患の治療例 [12], 心臓疾患の改善 [13], 鍼麻酔 [14] などにも応用されている。また競走馬ではコズミ (異和にみられる軽跛行) や筋肉痛などの運動器病の治療などに広く応用されている。しかし、動物鍼灸療法の効果にはばらつきも多く、効果のメカニズムも解明されていないものが多い。動物鍼灸の効果は未知の部分が多いが、それだけに、今後解明が待たれる分野である。

## おわりに

生体用Co-29Cr-6Mo合金を素材とする鍼を開発したが、使い易さ、効果などはこれからの評価を待たねばならない。素材の種類も、目的とユーザーの求めに応じて多様化する必要があろう。

## 謝 辞

この研究は、文部科学省都市エリア産学官連携促進事業「金属系生体材料の開発・実用化」の研究費により実施されたものであります。関係各位に深謝の意を表します。

## 文 献

- [1] 千葉晶彦, 前川雄二: バイオマテリアル-生体材料-, 25-5, 306-310 (2007)
- [2] 黒須信吾 他: 第136回日本金属学会講演概要, 437 (2005)
- [3] 野村直之 他: 第139回日本金属学会講演概要, 312 (2006)
- [4] 阿部麻里子 他: 第139回日本金属学会講演概要, 311 (2006)
- [5] 神 孝雄 他: 第139回日本金属学会講演概要, 313 (2006)
- [6] 内金崎智 他: 第139回日本金属学会講演概要 313 (2006)
- [7] Lin JH et al: Rev Sci Tech Off Int Epiz, 22, 949-64 (2003)
- [8] Looney AL: Vet Med 615-29 (2000)
- [9] Chan WW, et al: J Vet Med Sci, 63, 1057-62 (2001)
- [10] Lin LH et al: Am J Chi Med (AJCM), 30, 397-404 (2002)
- [11] Schofield WA: Theriogenology, 70, 430-434 (2008)
- [12] Hayashi AM et al: J Am Vet Med Assoc, 231, 913-918 (2007)
- [13] Lin JH et al: 2eCAM 7, 169-176 (2010)
- [14] Kim DH et al: Am J Chin Med, 32, 131-40 (2004)