

ABSTRAK

Efektivitas Porous Eggshell-Derived Nanohydroxyapatite Bone Graft Dikombinasikan dengan Umbilical Cord Mesenchymal Stem Cell Conditioned Medium (Secretome) pada Fraktur Osteoporotik Intertrokanter Femur: Studi Pilot

Sharfan Anzhari¹, Aditya Fuad Robby Triangga¹, Yudha Mathan Sakti¹

¹Departemen Orthopaedi dan Traumatologi, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada

Pendahuluan. Fraktur proksimal femur pada pasien osteoporosis sering mengalami keterlambatan penyembuhan hingga non-union karena kualitas tulang yang buruk. *Bone graft* autologous memiliki keterbatasan ketersediaan dan risiko komplikasi donor site, sehingga diperlukan alternatif substitusi. *Nanocrystalline hydroxyapatite* dari limbah cangkang telur (nHAP-LCT) memiliki sifat osteokonduktif, sedangkan *secretome* sel punca mesenkimal mengandung faktor biologis yang osteoinduktif. Kombinasi keduanya diharapkan mempercepat proses penyembuhan tulang pasca ORIF pada fraktur osteoporotik.

Metode. Desain *pilot study* pada pasien ORIF fraktur osteoporotik proksimal femur dengan implantasi nHAP-LCT dan *secretome*. Penilaian keamanan implantasi (profil laboratorium inflamasi), penyatuan tulang (RUSH score), fungsi klinis (LEFS). Data dianalisis dengan data deskriptif dan uji korelasi antara penyatuan tulang, fungsi klinis, dan parameter biologis.

Hasil. Skor RUSH meningkat dari rata-rata $9,4 \pm 1,2$ pasca operasi menjadi $15,6 \pm 2,1$ pada bulan ke-1, $21,3 \pm 2,4$ pada bulan ke-2, dan $27,1 \pm 2,7$ pada bulan ke-3. Sejalan dengan itu, skor LEFS meningkat dari rata-rata $18,2 \pm 3,5$ pasca operasi menjadi $38,7 \pm 5,2$ pada bulan ke-1, $52,4 \pm 6,1$ pada bulan ke-2, dan $65,8 \pm 7,3$ pada bulan ke-3. Analisis korelasi menunjukkan hubungan positif bermakna antara RUSH dan LEFS pada bulan ke-1 ($r = 0,62$, $p < 0,05$), yang konsisten meningkat hingga bulan ke-3 ($r = 0,74$, $p < 0,01$).

Pembahasan. Kombinasi nHAP-LCT dan *secretome* terbukti aman, biokompatibel, serta memberikan efek sinergis pada osteokonduksi dan osteoinduksi. Peningkatan signifikan skor RUSH dan LEFS dalam 3 bulan menunjukkan percepatan penyembuhan tulang dan pemulihan fungsi klinis. Hasil ini mendukung teori bahwa *graft* berpori 50% memfasilitasi kolonisasi osteoblas, sementara *secretome* memperkuat stimulasi biologis regenerasi. Keunggulan tambahan berupa biaya lebih rendah dan potensi produksi lokal membuat kombinasi ini relevan untuk diaplikasikan di setting klinis.

Kesimpulan. Implantasi nHAP-LCT dengan *secretome* memiliki penyatuan fraktur proksimal femur osteoporotik pasca ORIF. Kombinasi ini menjanjikan sebagai substitusi tulang yang praktis dan terjangkau.

Kata kunci. osteoporosis, fraktur, *bone graft*, *bone substitute material*, cangkang telur, hydroxyapatite, *secretome*.

ABSTRACT

Effectiveness of Porous Eggshell-Derived Nanohydroxyapatite Bone Graft Combined with Umbilical Cord - Mesenchymal Stem Cell Conditioned Medium (Secretome) in Osteoporotic Intertrochanteric Femur Fracture: A Pilot Study

Sharfan Anzhari¹, Aditya Fuad Robby Triangga¹, Yudha Mathan Sakti¹

¹Departemen Orthopaedi dan Traumatologi, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada

Introduction. Proximal femur fractures in osteoporotic patients often experience delayed healing or non-union due to poor bone quality. Autologous bone grafts are limited by availability and donor site complications, thus alternative substitutes are required. Nanocrystalline hydroxyapatite from eggshell waste (nHAP-LCT) has osteoconductive properties, while mesenchymal stem cell secretome contains biologically active osteoinductive factors. Their combination is expected to accelerate bone healing after ORIF in osteoporotic fractures.

Methods. A pilot study was conducted on patients with osteoporotic proximal femur fractures undergoing ORIF with implantation of nHAP-LCT and secretome. Safety assessment included inflammatory laboratory profiles, while bone union was evaluated with the RUSH score and clinical function with the LEFS. Data were analyzed descriptively and with correlation tests between bone union, clinical function, and biological parameters.

Results. The RUSH score increased from a mean of 9.4 ± 1.2 postoperatively to 15.6 ± 2.1 at 1 month, 21.3 ± 2.4 at 2 months, and 27.1 ± 2.7 at 3 months. Correspondingly, the LEFS score improved from a mean of 18.2 ± 3.5 postoperatively to 38.7 ± 5.2 at 1 month, 52.4 ± 6.1 at 2 months, and 65.8 ± 7.3 at 3 months. Correlation analysis revealed a significant positive relationship between RUSH and LEFS at 1 month ($r = 0.62$, $p < 0.05$), which further increased at 3 months ($r = 0.74$, $p < 0.01$).

Discussion. The combination of nHAP-LCT and secretome proved to be safe, biocompatible, and provided synergistic effects on osteoconduction and osteoinduction. The significant increase in RUSH and LEFS scores within 3 months indicates accelerated bone healing and functional recovery. These findings support the theory that grafts with 50% porosity facilitate osteoblast colonization, while secretome enhances biological stimulation of regeneration. Additional advantages such as lower cost and potential local production make this combination relevant for clinical application.

Conclusion. Implantation of nHAP-LCT with secretome promotes union of osteoporotic proximal femur fractures after ORIF. This combination shows promise as a practical and affordable bone substitute.

Keywords. osteoporosis, fracture, bone graft, bone substitute material, egg shell, hydroxyapatite, secretome.