

pozytywnie ocenić ich przydatność w leczeniu przetok aortalno-dwunastniczych.

Zaopatrzenie przetoki dwunastnicy przez jej zeszytanie i zabezpieczenie płatem sieci większej jest mniej obciążającym zabiegiem dla chorego, ale obciążonym większym ryzykiem zacieku żółciowego [7].

## Wnioski

1. Wtórna przetoka aortalno-dwunastnicza jest najpoważniejszym powikłaniem infekcji protezy naczyniowej wymagającym bezwzględnie szybkiej interwencji chirurgicznej.
2. Polecamy stosowanie protez naczyniowych impregnowanych solami srebra w leczeniu przetok aortalno-dwunastniczych.

## Piśmiennictwo

- [1] Pipions II, Car JA, Haithcock BE, Anagnostopoulos PV, Dossa ChD, Reddy DJ.: Secondary aortoenteric fistula. *Ann Vasc Surg* (2000), 6, 688-696.
- [2] Bastounis E, Papalambros E, Meringas V, Maltezos C, Diamantis T, Balas P.: Secondary aortoduodenal fistulae. *J Cardiovasc Surg* (1997), 38, 457-464.
- [3] Ziaja K, Zaniewski M., Majewski E, Urbanek T, Krupowies A.: Przetoka protezowo-dwunastnicza: rozmiar zakażenia przestrzeni zewnątrzotrzewnowej a optymalny wybór metody operacyjnej. W: Wybrane zagadnienia z chirurgii naczyń. Pod red. W. Witkiewicza. Wrocław 1996, s. 39-43, 26 Zjazd Sekcji Chir. Kl. Piersiowej, Serca i Naczyń TChP Wrocław 1996.
- [4] Pupka A, Skóra J, Szyber P.: Przetoki aortalno-dwunastnicze w materiale własnym. *Chir Pol* (2000), 2, N-76, 115.
- [5] Molski S, Jundziłł W, Mackiewicz Z.: Taktyka operacyjna we wtórnych przetokach aortalno-jelitowych. W: Wybrane zagadnienia z chirurgii naczyń. Pod red. W. Witkiewicza. Wrocław (1996), s. 51-55, 26 Zjazd Sekcji Chir. Kl. Piersiowej, Serca i Naczyń TChP Wrocław 1996.

## Conclusions

1. The secondary aorto-duodenal fistula is the most severe complication of the vascular prosthesis infection and it requires immediately surgical intervention.
2. In our opinion the use of silver coated prosthesis in the treatment of aorto-duodenal fistulas is recommendable since.

## References

- [6] Gutowski P, Butkiewicz J, Cnotliwy M., Szumilowicz G.: Przetoki pomiędzy protezą aorty a jelitem. *Pol Przegl Chir* (1996), 68, 584-588.
- [7] Friedrich J, Erhard J, Eigler FW.: Aorto-duodenal fistula - direct suture and pedicled omentum flap-plasty. *Zentralbl Chir* (1997), 122, 565-568.
- [8] Chiesa R, Astore D, Frigerio S., Garriboli L, Piccolo G, Castellano R, i wsp.: Vascular prosthetic graft infection: epidemiology, bacteriology, pathogenesis and treatment. *Acta Chir Belg* 2002, 102, 238-247.
- [9] Locati P, Novali C, Socrate AM, Costantini E, Morlacchi E, Piazalunga G, i wsp.: The use of arterial allografts in aortic graft infections. A three year experience on eighteen patients. *J Cardiovasc Surg* (1998), 39, 735-741.
- [10] Pupka A, Skóra J, Janczak D, Ruciński A, Korta K, Barć P, i wsp.: Leczenie masywnego zakażenia w chirurgii naczyniowej przy użyciu protezy dakronowej, uszczelnianej kolagenem i impregnowanej solami srebra. *Polim Med* (2003), 23, 41-46.

## POSZUKIWANIE NOWYCH TECHNOLOGII I METOD LECZENIA W ORTOPEDII, TRAUMATOLOGII I REHABILITACJI

BOGUSŁAW FRANĆZUK\*, IRENEUSZ KOTELA\*\*

\*KLINIKA CHIRURGII URAZOWEJ, ORTOPEDII I REHABILITACJI COLLEGIUM MEDICUM UNIwersYTETU Jagiellońskiego, KRAKÓW  
\*\*ODDZIAŁ CHIRURGII URAZOWO-ORTOPEDYCZNEJ I REHABILITACJI, SP ZOZ, DĄBROWA TARNOWSKA

Ostatnie lata przynoszą istotny postęp w chirurgii narządu ruchu i naukach pokrewnych. Obserwować można stopniowe przemieszczanie punktu ciężkości badań z rozważań nad mechaniką endoprotez, stanowiących bez wątpienia istotne osiągnięcie w leczeniu zaawansowanych zmian zwyrodnieniowych, na poszukiwania rozwiązań opierających się na wykorzystaniu biologicznych własności komórek i tkanek. Podejście to widać zarówno w badaniu odpowiedzi tkankowej na wszczepę, jak i w badaniach nad inżynierią

## NEW TECHNOLOGIES AND TREATMENT STRATEGIES IN ORTHOPEDICS, TRAUMATOLOGY AND REHABILITATION

BOGUSŁAW FRANĆZUK\*, IRENEUSZ KOTELA\*\*

\*KLINIKA CHIRURGII URAZOWEJ, ORTOPEDII I REHABILITACJI COLLEGIUM MEDICUM UNIwersYTETU Jagiellońskiego, KRAKÓW  
\*\*ODDZIAŁ CHIRURGII URAZOWO-ORTOPEDYCZNEJ I REHABILITACJI, SP ZOZ, DĄBROWA TARNOWSKA

The substantial progress in the orthopedic surgery as well as in the related scientific disciplines has been done during last years. The researchers translocated their interests from the considerations of endoprostheses mechanics (which were the mile stone in the treatment of advanced arthritic changes), to the strategies based on the usage of the tissues' and cells' natural characteristics. This attitude

tkankową kości i chrząstki czy poszukiwaniu biologicznych markerów schorzeń tkanki kostnej [8].

Jednym z węzłowych problemów ortopedii jest zjawisko osteolizy, występującej wokół endoprotez, wywołanej obecnością mikrocząstek materiałów i stanowiącą podstawową przyczynę aseptycznego obluzowania wszczepów. Zjawiska osteolizy w takich przypadkach wywołane są stymulacją proliferacji i różnicowania prekursorów osteoklastów w komórki dojrzałe. Zachodzi to pod wpływem cytokin powstających w nadmiarze w wyniku fagocytozy produktów zużycia przez makrofagi. Ostatnio udało się zidentyfikować pojedyncze cytokiny, biorące udział w tym procesie, należące do układu OPG/RANKL/RANK. Wykazano, że pobudzenie receptora RANK na powierzchni komórek prowadzi do ich przekształcenia w aktywne osteoklasty; w wyniku dochodzi do nasilenia resorpcji kości. Znaczącą rolę przypisuje się tu również TNF- $\alpha$ . Określenia tych mechanizmów może w sposób istotny wpłynąć na koncepcję leczenia aseptycznego obluzowania endoprotez - rozważa się tu zastosowanie leków hamujących działanie TNF- $\alpha$ , takich jak etanercept, wykorzystywany w leczeniu schorzeń reumatoidalnych. Inną możliwością jest stosowanie leków z grupy bifosfonianów, w szczególności alendronatu, którego działanie potwierdzone zostało w badaniach przedklinicznych i klinicznych [4].

Innym ważnym kierunkiem rozwoju ortopedii są nadal badania nad współpracującymi powierzchniami biomateriałów. Badania te obejmują między innymi próby kontrolowanego sieciowania polietylenu o wysokiej gęstości, najpopularniejszego obecnie materiału do wytwarzania panewek endoprotez stawowych. Taka modyfikacja materiału miałyby przynieść znaczne zmniejszenie zużycia powierzchni współpracujących, ocenianego obecnie na 0,1 do 0,2 mm na rok. Dotychczasowe badania *in vitro* potwierdzają 85% spadek zużycia powierzchni panewki z tak modyfikowanego materiału, jednakże niektóre obserwacje kliniczne, dotyczące polietylenu o firmowej nazwie Hylamer™, wykazują jego zwiększoną kruchość i podatność na pęknięcia. Inne badania nad konstrukcjami endoprotez obejmują również ocenę alternatywnych materiałów i konstrukcji, takich jak metal-metal (modyfikacje klasycznego implantu McKee-Farrar), ceramika-polietylen, czy ceramika-ceramika. Oprócz ceramiki aluminiowej proponowane jest również stosowanie ceramiki cyrkonowej do wytwarzania głów endoprotez stawu biodrowego. Pewne nadzieje wiązać można z dalszym rozwojem technologii materiałów supertwardych, takich jak azotek boru (borazon), różne postacie krystaliczne węgla krzemowego, czy azotek krzemu oraz azotek i węglik boru [7].

Ważnym zakresem badań biologicznych jest zagadnienie inżynierii tkankowej, szczególnie istotne w leczeniu zmian chrząstki stawowej. Dzięki rozwojowi mało inwazyjnych metod oceny stanu powierzchni stawowej, do których zaliczyć można artroskopowe optyczne lub mechaniczne badanie podatności chrząstki, coraz więcej zmian chrzęstnych jest obecnie wykrywanych na wczesnym etapie rozwoju. W części przypadków odpowiednie leczenie może zapobiec powiększaniu się ubytków chrzęstnych, jednak w wielu przypadkach konieczne staje się biologiczne odtworzenie powierzchni stawowej. Zastosowanie wszczepów chondrocytów w substytucji macierzy chrzęstnej, mającej własności mechaniczne zbliżone do zdrowych tkanek, może stać się w takich przypadkach metodą z wyboru. Podobne rozwiązania proponowane są również w leczeniu ubytków kostnych. Do rozwiązania pozostaje jednak problem interakcji komórek z otaczającą je syntetyczną substancją międzykomórkową do momentu wytworzenia okołokomórkowej warstwy macierzy chrzęstnej lub kostnej. Zagadnienie to wiąże się ściśle ze stosowaniem w leczeniu *in vivo* oraz w inżynierii tkankowej czynników wzrostu takich jak białka

is seen in researches devoted to tissue reaction for grafts as well as in tissue engineering experiments or in searching biological markers of bone tissue disorders [8].

One of the key issue in today's orthopedics is the osteolysis phenomenon, which happens around the prostheses and is caused by the presence of the graft's debris. This results in aseptic loosening of the endoprostheses. The stimulation of the proliferation and differentiation of the osteoclast's precursors into mature cells cause this type of osteolysis.

The process is affected by cytokines, which are produced as a result of macrophage's fagocytosis of debris. The specific OPG/RANKL/RANK scheme of the cytokines involved in this process has been lately identified. It has been shown that the RANK receptor's stimulation results in the cells transformation into active osteoclasts and in bone resorption's increase, in consequence. TNF alpha plays important role in this process. The designation of these relations may influence the strategy of the treatment of the aseptic loosening. The usage of TNF blockers is considered, etanercept used in RA treatment for example. The usage of bisphosphonians, especially alendronate the efficacy of which was proven in phase II and III studies, is also considered [4].

The researches on bearing surfaces of the biomaterials are still another key issue in today's orthopedics. These researches comprise the trail of the controlled crystallization of HDPE which is the most popular material for acetabular components. This modification should result in decrease of the bearing surfaces wearing which is estimated for traditional materials for 0.1-0.2 mm per year. *In vitro* studies which have been conducted up till now confirm decrease of the wearing process in components made from modified HDPE, although some clinical observations have showed durability decrease of the Hylamer™ HDPE. Other trials concerning endoprostheses' construction comprise also the assessment of alternative materials' concepts such as metal-metal (modification of the classic McKee-Farrar's implant), ceramics-polyethylene, or ceramics-ceramics. Zirconium ceramics was proposed as the material for head components of hip implants besides aluminium's ceramics. There are some new possibilities due to further development of super hard materials such as boron nitride, different crystalline forms of silicon carbide or silicone nitride as well as boron carbide [7].

The tissue engineering is another important field of biological researches especially these dedicated to the treatment of the articular cartilage disorders.

The mini invasive diagnostic techniques (arthroscopic optical or mechanical assessment of the compliance of the cartilage) allows for early detection of cartilage's disorders. Although the accurate treatment may prevent the progress in cartilage devastation in some cases, the biological reconstruction of the articular surface is often necessary. The first choice method is implantation of chondrocytes suspended in an artificial cartilage matrix. This complex reveals mechanical features similar to the healthy tissue. The similar strategy is suggested also for the bone deficiency treatment. The problem of the interaction between the cells and surrounding synthetics matrix until the time of producing pericellular layer of natural cartilage or bone matrix is still unresolved. This issue is reflected in *in vivo* test usage of tissue growth factors such as MBP, FGF, PDGF, CGF. These factors are produced in genetic engineering processes by expressing of relevant genes in tissue cultures, so they are used as endogenous material. *In vivo* and *ex vivo* gene therapy is alternative strategy based on the incorporation of the necessary gene into treated organism by the specific vectors. This method used experimentally in some

morfogenetyczne kości, czynniki wzrostu fibroblastów czy płytkopochodne czynniki wzrostu i czynniki wzrostu chrząstki. Czynniki te mogą być stosowane jako zewnątrzpochodne, obecnie najczęściej otrzymywane metodami inżynierii genetycznej poprzez ekspresję odpowiednich genów w hodowlach komórkowych. Alternatywą wydaje się terapia genowa *in vivo* lub *ex vivo*, gdzie niezbędne geny są inkorporowane do organizmu chorego przy pomocy odpowiednich nośników. Metoda ta, stosowana eksperymentalnie w wybranych schorzeniach (przerzuty nowotworowe, mukowiscydoza) może mieć zastosowanie w leczeniu urazów i schorzeń narządu ruchu.

W podspecjalnościach ortopedii największy postęp obserwuje się w traumatologii, w tym w traumatologii sportowej. Jak w latach poprzednich w centrum uwagi znajduje się zagadnienie sportowych uszkodzeń więzadeł krzyżowych kolana. Ciekawą obserwacją epidemiologiczną jest fakt, że do uszkodzenia ACL u kobiet dochodzi najczęściej w 10-14 dniu cyklu miesięczkowego, to jest w okresie owulacji. W związku z tą obserwacją niektórzy autorzy sugerują ochronną rolę doustnych środków antykoncepcyjnych w sporcie kobiecym.

W przypadkach uszkodzeń PCL w kilku pracach rozważana jest alternatywna do odtworzenia więzadła metoda osteotomii nasady bliższej piszczeli, mająca zapewnić poprawę stabilności kolana w wyniku przemieszczenia biernych stabilizatorów kostnych stawu [1, 5, 10].

Interesujące wydają się również spostrzeżenia grupy badaczy z Ontario, gdzie w ocenie 14391 chorych u których wykonano artroskopowe oczyszczenie stawu kolanowego (debridement), obserwowano istotne pogorszenie wyników w grupie powyżej 50 roku życia. Autorzy sugerują dokładniejszą kwalifikację do zabiegów w przypadkach gonartrozy w tej grupie wiekowej [9].

W postęпах traumatologii ogólnej zwracają uwagę prace dotyczące złamań kłykci piszczeli w wyniku urazów o niskiej i średniej energii. Proponowana jest dalsza redukcja rozległości zabiegu operacyjnego, uzyskiwana dzięki zamkniętej repozycji przemieszczenia powierzchni stawowej pod kontrolą artroskopii i wykorzystaniu substytutów przeszczepów kostnych - na przykład cementów wapniowo-fosforanowych. Jednak najważniejszym czynnikiem wpływającym na dobry wynik leczenia pozostaje wiek - powyżej 40 roku życia odsetek wyników niezadowolających znacząco wzrasta.

Jako przełom w leczeniu wieloodłamowych złamań dalszej nasady kości udowej i bliższej nasady piszczeli wprowadzana jest minimalnie inwazyjna osteosynteza płytkowa LISS (Less Invasive Stabilization System). W stosunkowo niewielkiej grupie chorych, u których zastosowano tę metodę, wyniki były bardzo dobre. Bardzo dobre wyniki uzyskano również w leczeniu operacyjnym bliższego końca kości piszczelowej, w którym jako materiału zespalającego użyto kompozytowych klamer węglowych. Konieczne wydają się jednak dalsze badania kliniczne [6].

Dążenie do minimalizacji zabiegu operacyjnego występuje również w chirurgii kręgosłupa. Do stosowanej od wielu lat minimalnej dyscektomii, wykonywanej metodami chemicznymi (enzymatycznymi), fizycznymi (laser) i mechanicznymi, dołączono zabiegi endoskopowe przedniej stabilizacji międzyztrzonowej w złamaniach i zmianach zwyrodnieniowych kręgosłupa. W chirurgii kręgosłupa zastosowanie znajdują również metody trójwymiarowej nawigacji chirurgicznej, które mogą być wstępem do robotyzacji niektórych zabiegów ortopedycznych. Podobna możliwość rysuje się w dziedzinie endoprotezoplastyki stawów biodrowych, jednak prace nad porównaniem wyników zabiegów wykonywanych ze wspomaganiami nawigacją z wykonanymi me-

diseases (neoplastic metastases, cystic fibrosis) might be useful in treatment of injuries and orthopedic disorders.

Spectacular progress is observed in general and sport traumatology. Researchers' interests are focused on the sport injuries of the crucial ligaments. It was noticed that ACL injuries in women are observed between 10 and 14 day of menstrual cycle, it means during ovulation period. That is way some authors suggest the preventive role of oral contraceptive against injuries in women's sports.

The high tibial osteotomy is considered alternative for ligament reconstruction in cases of PCL injuries. This method should improve stability of the knee as a result of transferring of the passive knee stabilizers [1, 5, 10].

The researchers from Ontario reported a group of 14391 patients underwent arthroscopic knee debridement. The authors have observed significantly poorer outcomes among the patients above 50 year of life. The authors suggest more accurate qualification for the surgery in the case of patients in this group of age [9].

The publications devoted to tibial condylar fractures caused by injuries of low and moderate energy are one of the key issues, while discussing progress in general traumatology. The minimalization of the surgery is strongly suggested. It is achievable by the arthroscopic closed reduction. Usage of bone graft substitutes (e.g. calcic-phosphoric cement) is recommended. Nevertheless patients' age is still the most important prognostic factor. The percentage of unsatisfactory outcomes increases significantly among patients above 40 year of life.

The Less Invasive Stabilization System is a mile stone in the treatment of the multifragmentaric fractures of the distal femur and the proximal tibia. There were very good outcomes observed, in rather small group of patients treated that way. There were also similar, satisfactory outcomes observed among patients with the proximal tibia fractures treated with the carbon-composite braces used for the fixation. Further studies for these methods are necessary [6].

The minimalization of the surgical procedures is also a challenge in spondylar surgery. The endoscopic anterior spondylodesis in fractures and spondyloarthrosis is a novel method in the group of miniinvasive discectomy techniques including chemical/enzymatic and laser discectomy. The three dimensional navigation techniques are already widely used in spondylar surgery. It may lead to the robotization of some surgical procedures. The similar opportunities are also present in total knee and hip arthroplasties. The observations of the large groups of patients with long follow-up are necessary for the outcomes' comparisons after classical and navigation assisted techniques.

The postoperative treatment after a hip and elbow surgery is the main issue in rehabilitation. The luxation of the endoprosthesis is still an essential problem after the THR. Some authors report an increase of the frequency of endoprostheses' luxations by 0.2% yearly, up to 7% after 25 years of follow-up. It was also noticed that the luxation happens extremely rarely while patient is lying, so the value of the abducens pillow is doubtful. There are also no difference in frequency of luxations after different rehabilitation's regimens [2].

The satisfactory range of the movement spreading from 30 to 130 degrees is the goal for the rehabilitation after an elbow arthroplasty. The immobilization in the full extension is necessary directly after the surgery. The specific braces are recommended during the nights for 6 weeks postoperatively. In addition all the physical exercises are performed with the forearm in the full pronation during 4 weeks postoperatively, for the stabilization of the articulation. The braces are recommended up to 12 weeks

...130...  
 tołą klasyczną wymagają wieloletniej obserwacji dużych grup chorych.

W rehabilitacji narządu ruchu na pierwszy plan wysuwają się zagadnienia postępowania pooperacyjnego w chirurgii biodra i stawu łokciowego. W endoprotezoplastyce stawu biodrowego najistotniejszy wydaje się problemem zwichnięć sztucznego stawu. W jednej z prac stwierdzono wzrost częstości takich przypadków o 0,2% rocznie, dochodzący do 7% po 25 latach obserwacji. Stwierdzono również, że praktycznie nie dochodzi do zwichnięć protezy w łóżku, co podaje w wątpliwość wartość stosowania poduszek odwodzących. Nie stwierdzono również związku częstości zwichnięć z różnymi programami rehabilitacji [2].

W rehabilitacji po endoprotezoplastyce stawu łokciowego dąży się do uzyskania użytecznego zakresu ruchów, to jest zgięcia od 30 do 130 stopni. Jednak bezpośrednio po zabiegu kończyna wymaga unieruchomienia w pełnym wyproście, a odpowiednie ortozy są stosowane na noc przez 6 tygodni po zabiegu. Dodatkowo wszelkie ćwiczenia ruchowe prowadzone są przez pierwsze 4 tygodnie w pełnym pronacyjnym ustawieniu przedramienia, dla zachowania stabilności stawu. Odpowiednie ortozy stosuje się do 12 tygodni od operacji w przypadku protez związanych i do czasu osiągnięcia stabilności w protezach niezwiązanych. Opracowanie taktyki i techniki usprawniania stawu łokciowego po zabiegu endoprotezoplastyki przyniosło znaczne zmniejszenie wczesnych powikłań związanych z niestabilnością stawu [3].

Powyższa praca nie pretenduje do kompletnego przedstawienia trendów rozwojowych w najszerszej pojętej współczesnej chirurgii narządu ruchu. Niemniej ukazuje ona kilka z najistotniejszych kierunków dalszego rozwoju, zarówno w dziedzinie nauk podstawowych, jak i codziennej pracy klinicznej.

Wysokonakładowe badania podstawowe pozostaną bez wątplenia domeną niewielu ośrodków o światowej renomie. Jednakże prowadzenie badań klinicznych i wyciąganie wniosków z obserwacji chorych możliwe jest w każdym prawie warunkach, co więcej, taka dywersyfikacja kierunków badań jest jednym z warunków harmonijnego rozwoju każdej dziedziny nauki.

postoperatively after an elbow arthroplasty with the hinged prosthesis. In cases of the unhinged prostheses, bracing is recommended until full stability of the joint. The designation of the rehabilitation's tactics and techniques after an elbow arthroplasty results in the significant decrease of early complications' rate leading to joint's instability [3].

This paper is not a complete review of all novel trends in widely understood today's orthopedic surgery. Even though it shows some progress' directions in the basic sciences as well as in everyday clinical practice. The expensive, basic researches will remain the domain of the highly specialized, worldwide known centers. Nevertheless the clinical observations and the proper conclusions' process are always possible despite the circumstances.

## Piśmiennictwo

## References

- [1] Annual Meeting of the American Orthopaedic Society for Sports Medicine. Keystone 2001.
- [2] Botte MJ, Ezzet KA, Pacelli LL i wsp.: What's new in orthopaedic rehabilitation. J Bone Joint Surg 2002;84-A(12):2312-20.
- [3] Dunning CE, Zarzour ZD, Patterson SD i wsp.: Muscle forces and pronation stabilize the lateral ligament deficient elbow. Clin Orthop 2002;388:118-24.
- [4] Fox D.: Cytokine blockade as a new strategy to treat rheumatoid arthritis: inhibition of tumor necrosis factor. Arch Intern Med. 2000;160(4):437-44.
- [5] Harner CD, Vogtrin TM.: What's new in sports medicine. J Bone Joint Surg 2002;84-A(6):1095-9.
- [6] Kotela I., Chłopek J., Bołtuć W., Bednarenko M.: Kompozytowe klamry węglowe w leczeniu deformacji bliższego końca kości piszczeli. XXXIV Zjazd Naukowy PTOiTR Bydgoszcz 2002, 320-322.
- [7] McKellop HA.: Bearing surfaces in total hip replacements: state of the art. And future developments. Instr Course Lect 2001;50:165-79.
- [8] Silva MJ, Sandell LJ.: What's new in orthopaedic research. J Bone Joint Surg 2002;84-A(8):1490-6.
- [9] Wai EK, Kreder HJ, Williams JL.: Arthroscopic debridement of the knee for osteoarthritis in patients fifty years of age or older: utilization and outcomes in the province of Ontario. J Bone Joint Surg 2002;84-A(1):17-22.
- [10] Wiss DA.: What's new in orthopaedic trauma. J Bone Joint Surg 2002;84-A(11):2111-9.

## BIOMECHANICZNE ASPEKTY STOSOWANIA IMPLANTÓW

ROMUALD BĘDZIŃSKI

POLITECHNIKA WROCŁAWSKA  
 INSTYTUT KONSTRUKCJI I EKSPLOATACJI MASZYN  
 ZAKŁAD INŻYNIERII BIOMEDYCZNEJ I MECHANIKI EKSPERYMENTALNEJ

Motto:

*"Stworzony przez nas świat jest rezultatem naszego dotychczasowego myślenia.*

*Problemy, które ten świat generuje nie mogą być jednak rozwiązywane bez zmiany naszego obecnego sposobu myślenia."*

Albert Einstein

## BIOMECHANICAL ASPECTS OF IMPLANT USE

ROMUALD BĘDZIŃSKI

WROCLAW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY  
 INSTITUTE OF MACHINE DESIGN AND OPERATION  
 EXPERIMENTAL MECHANICS AND BIOMECHANICS DIVISION

Motto:

*"The world we created is the result of our hitherto thinking.*

*Problems generated by this world cannot be solved, however, without a change in our current way of thinking."*

Albert Einstei