

Testi del Syllabus

Resp. Did. **TURCO GIANLUCA** **Matricola: 014365**

Docente **TURCO GIANLUCA, 6 CFU**

Anno offerta: **2020/2021**

Insegnamento: **699SM - BIOMATERIALI E INGEGNERIA TISSUTALE**

Corso di studio: **ME02 - BIOTECNOLOGIE MEDICHE**

Anno regolamento: **2019**

CFU: **6**

Settore: **MED/50**

Tipo Attività: **B - Caratterizzante**

Anno corso: **2**

Periodo: **Primo Semestre**

Sede: **TRIESTE**



Testi in italiano

Lingua insegnamento

Italiano o Inglese sulla base della richiesta degli studenti o se presenti studenti stranieri.

Contenuti (Dipl.Sup.)

Il corso prevede di ampliare la conoscenza delle proprietà chimico, fisiche e biologiche dei materiali già acquisita dallo studente in altri corsi. Tali proprietà verranno presentate concentrando l'attenzione sui materiali recentemente utilizzati in ambito biomedico. Parallelamente verranno discusse le tecniche di produzione e di applicazione dei biomateriali nell'ambito dell'ingegneria tissutale. Verranno descritte inoltre le più recenti evidenze scientifiche nell'ambito dei materiali per applicazioni biomediche.

Il corso consiste in lezioni frontali (4 CFU, corrispondenti a 32 ore di didattica) e in 2CFU (corrispondenti a 24 ore di attività) di esperienze pratiche di laboratorio.

Nelle lezioni frontali verranno trattati i seguenti argomenti:

- Definizione di biomateriali e dell'ingegneria tissutale. Generazioni di biomateriali.
- Ingegneria tissutale e in situ tissue regeneration
- Metodi per la misura dell'osteoadduzione, osteoconduzione e osteointegrazione.
- Rugosità superficiale. Bagnabilità dei materiali. Interazione tra rugosità e bagnabilità.
- Proprietà meccaniche dei materiali.
- Diagramma sforzo-deformazione, grafico tecnico e grafico reale, tenacità dei materiali, temperatura di transizione duttile-fragile.
- Duttilità, modulo di taglio o modulo di elasticità tangenziale, coefficiente di Poisson.
- Carichi ciclici e limite di fatica. Materiali metallici con limite di fatica. Durezza dei materiali.
- Stress shielding, bone remodelling, materiali compositi, proprietà meccaniche dei materiali compositi.
- Struttura e geometria cristallina, diffrazione raggi X.
- From bench to bedside: le proprietà dei biomateriali applicate all'ambito medico.
- Biomateriali metallici: titanio e sue leghe.

- Degradazione dei materiali e corrosione dei metalli
- Metodi di sterilizzazione dei metalli, effetti della sterilizzazione sulle proprietà dei biomateriali.
- Materiali ceramici: proprietà e produzione-
 - Materiali polimerici per applicazioni biomediche, composizione e proprietà. Temperatura di transizione vetrosa. Bio-adesivi.
- Bio-adesivi, resistenza e modi di fallimento (strutturale, adesivo, coesivo). Biopolimeri di origine naturale. Polisaccaridi. Interazione superficie-biomateriale. Il problema della colonizzazione batterica. Ingegnerizzazione di superfici antimicrobiche. Test in vitro.

Le esercitazioni consistono in esperienze pratiche di laboratorio e nell'apprendimento di tecniche di caratterizzazione tramite diversi approcci e strumentazioni.

Si prevede quindi di applicare le conoscenze acquisite durante il modulo di lezioni frontali e di apprendere ulteriori concetti volti all'esecuzione di attività pratiche di laboratorio per mezzo di diverse tecniche di caratterizzazione di biomateriali.

Tali esperienze sono dettagliate nella seguente lista:

- Studio della bagnabilità di biomateriali mediante misura dell'angolo di contatto statico.
- Misura della rugosità superficiale di impianti in titanio.
- Prove di durezza su materiali metallici
- Caratterizzazione FT-IR di adesivi e compositi per applicazioni odontoiatriche.
- Analisi delle proprietà meccaniche tramite prove di trazione uniassiale.
- Caratterizzazione di materiali tramite diffrazione a raggi X.
- Preparazione di idrogeli a base di alginato e misura delle proprietà meccaniche.
- Analisi tramite microscopia SEM.
- Test di materiali tramite analisi meccanica dinamica (DMA).
- Approccio alle tecniche di micro tomografia computerizzata.
- Esercitazione guidata sull'analisi di dati e informazioni aggiuntive sulla redazione delle relazioni di laboratorio.

È anche prevista una visita ai laboratori di ELETTRA Sincrotrone Trieste.

Testi di riferimento

Dispense fornite durante il corso.

Per gli studenti frequentanti le slide delle lezioni sono scaricabili, previa iscrizione, da MOODLE FEDERATO <http://moodle2.units.it>

Obiettivi formativi

Per il modulo di lezioni frontali, gli obiettivi formativi del corso puntano alla sensibilizzazione dello studente riguardo i materiali per applicazioni biomediche. Dopo una prima descrizione degli ambiti dell'Ingegneria Tissutale, l'attenzione verrà focalizzata sui biomateriali di recente utilizzo in campo medico. Le lezioni frontali verranno accompagnate da esempi applicativi e da recenti pubblicazioni scientifiche con alta attendibilità. Lo studente verrà istruito anche nel riconoscimento delle fonti più adatte a cui far riferimento durante la ricerca bibliografica.

D1 - Conoscenza e capacità di comprensione. Lo studente, al termine del corso, dovrà conoscere le principali caratteristiche dei biomateriali e i principi base dell'ingegneria tissutale.

D2 - Conoscenza e capacità di comprensione applicate. Lo studente dovrà essere in grado di effettuare una disamina dettagliata delle proprietà dei biomateriali illustrando vantaggi e svantaggi dei singoli casi. Particolare attenzione verrà posta sulle capacità di argomentazione interdisciplinare tra le materie proprie della scienza della vita e gli ambiti medici e materialistici.

D3 - Autonomia di giudizio. Lo studente dovrà essere in grado valutare, optando tra le varie possibilità, qual è il biomateriale più adatto per una determinata applicazione.

D4 - Abilità comunicative. Lo studente dovrà essere in grado di descrivere gli argomenti trattati durante il corso con un'adeguata proprietà di linguaggio.

Per il modulo di laboratorio, Il corso si pone i seguenti obiettivi formativi:

- Fornire agli studenti nozioni di base su molteplici tecniche di

caratterizzazione e analisi di biomateriali;

- Permettere agli studenti un approccio diretto con diverse strumentazioni di laboratorio impiegati ai fini della caratterizzazione dei biomateriali;

- Fornire agli studenti nozioni su preparazione e utilizzo di biomateriali in forma di idrogeli;

Fornire agli studenti una guida per l'analisi di dati ottenuti sperimentalmente e per la redazione di relazioni tecniche inerenti le attività pratiche svolte.

Prerequisiti

Nozioni di base di chimica e fisica.

Metodi didattici

Lezioni frontali con l'ausilio di lavagna e proiettore. Verranno utilizzate diapositive preparate dal docente e materiale audiovisivo disponibile in rete.

Attività/esercitazioni di laboratorio.

È anche prevista una visita ai laboratori di ELETTRA Sincrotrone Trieste.

Eventuali cambiamenti alle modalità qui descritte, che si rendessero necessari per garantire l'applicazione dei protocolli di sicurezza legati all'emergenza COVID19, saranno comunicati nel sito web di Dipartimento, del Corso di Studio e dell'insegnamento.

Altre informazioni

Per maggiori informazioni contattare il docente del corso: gturco@units.it. Nel caso di assenza da una esperienza di laboratorio, lo studente dovrà integrare le relazioni con una tesina compilativa inerente all'argomento dell'esperienza di laboratorio non frequentata. Tale tesina compilativa riguarderà l'uso della tecnica trattata durante la lezione pratica e dovrà contenere una revisione critica della recente letteratura scientifica. Gli argomenti specifici delle tesine compilative verranno assegnate personalmente dal docente allo studente.

Modalità di verifica dell'apprendimento

La verifica dell'apprendimento avverrà tramite esame orale. Durante l'esame orale verrà accertata la corretta comprensione dei contenuti del corso attraverso domande specifiche nel rispondere alle quali lo studente dovrà dimostrare proprietà di linguaggio e capacità di ragionamento collegando fra loro i diversi argomenti presentati durante il corso.

Relativamente al modulo di laboratorio, la verifica dell'apprendimento avverrà tramite la consegna di una tesina contenente le relazioni individuali dello studente sulle attività di laboratorio effettuate.

Il voto viene espresso in trentesimi.

Essendo il corso diviso in due moduli, uno di lezioni frontali (4CFU) e uno di laboratorio (2CFU), il voto finale dell'esame di profitto sarà una media ponderata sui CFU dei due singoli voti. Condizione necessaria per la registrazione del voto è che le prove siano superate con voto almeno pari a 18/30.

Eventuali cambiamenti alle modalità qui descritte, che si rendessero necessari per garantire l'applicazione dei protocolli di sicurezza legati all'emergenza COVID19, saranno comunicati nel sito web di Dipartimento, del Corso di Studio e dell'insegnamento.

Programma esteso

Lezioni frontali (32 ore)

1. Definizione di biomateriali e dell'ingegneria tissutale.

2. Generazioni di Biomateriali. Ingegneria tissutale e in situ tissue regeneration. Osteoinduzione, osteoconduzione e osteointegrazione.

3. Metodi per la misura dell'osteoinduzione, osteoconduzione e osteointegrazione. Rimodellamento osseo. Bone to implant contact (BIC). Push-out e push-in tests. Stabilità implantare.

4. Rugosità superficiale, rugosità media, asimmetria e curvosi della rugosità. Bagnabilità dei materiali: angolo di contatto statico e dinamico. Interazione tra rugosità e bagnabilità.

5. Proprietà meccaniche dei materiali, carico, sforzo, deformazione, principali tipi di sforzo, elasticità, introduzione al diagramma sforzo-deformazione.

6. Sforzo di trazione, prove di resistenza a trazione, diagramma sforzo-deformazione, grafico tecnico e grafico reale, tenacità dei materiali, temperatura di transizione duttile-fragile. Dimensionamento di una

struttura.

7. Duttilità, scostamento dalla proporzionalità dello 0.2%, tenacità, modulo di taglio o modulo di elasticità tangenziale, coefficiente di Poisson.

8. Carichi ciclici e limite di fatica. Materiali metallici con limite di fatica. Durezza dei materiali.

9. Stress shielding, bone remodelling, materiali compositi, proprietà meccaniche dei materiali compositi.

10. Struttura e geometria cristallina, struttura cubica semplice, cubica a corpo centrato, cubica a facce centrate, fattore di compattazione atomica, diffrazione raggi X.

11. From bench to bedside: le proprietà dei biomateriali applicate all'ambito medico. Biomateriali metallici: titanio e sue leghe.

12. Degradazione dei materiali e corrosione dei metalli, potenziali elettrochimici standard, passivazione del Titanio, corrosione del ferro in ambiente acquoso, struttura cristallina del Titanio, metodi di sterilizzazione dei metalli, effetti della sterilizzazione sulle proprietà dei biomateriali.

13. Sterilizzazione dei biomateriali, anidride carbonica super-critica, liofilizzazione, viscosità e misure della viscosità.

14. Materiali ceramici: proprietà e produzione. Biomateriali ceramici: Zirconia, Idrossiapatite. Biomateriali compositi a matrice polimerica rinforzati con materiali ceramici. Vetro bioattivo: composizione e processo di adsorbimento in vitro (con Simulated Body Fluid) e in vivo.

15. Materiali polimerici per applicazioni biomediche, composizione e proprietà. Temperatura di transizione vetrosa. Bio-adesivi.

16. Bio-adesivi, resistenza e modi di fallimento (strutturale, adesivo, coesivo). Biopolimeri di origine naturale. Polisaccaridi. Interazione superficie-biomateriale. Il problema della colonizzazione batterica. Ingegnerizzazione di superfici antimicrobiche. Test in vitro.

Il programma delle attività ed esperienze di laboratorio previste è riportato in seguito:

Studio della bagnabilità di biomateriali mediante misura dell'angolo di contatto statico

Misura della rugosità superficiale di impianti in titanio

Prove di durezza su materiali metallici

Caratterizzazione FT-IR di adesivi e compositi per applicazioni odontoiatriche

Analisi delle proprietà meccaniche tramite prove di trazione uniassiale

Caratterizzazione di materiali tramite diffrazione a raggi X

Preparazione di idrogeli a base di alginato e misura delle proprietà meccaniche.

Analisi tramite microscopia SEM

Test di materiali tramite analisi meccanica dinamica (DMA)

Approccio alle tecniche di micro tomografia computerizzata

Esercitazione guidata sull'analisi di dati e informazioni aggiuntive sulla redazione delle relazioni di laboratorio.



Testi in inglese

Italian or English as chosen by the students or by the attendance of foreign students.

The course aims to broaden the knowledge of the chemical, physical and biological properties of materials already acquired by the student in other courses. These properties will be presented by focusing attention on the materials recently used in the biomedical field. At the same time, the techniques of production and application of biomaterials in tissue engineering will be discussed. The most recent scientific evidence in the field of materials for biomedical applications will also be described.

The course consists of lectures (4 CFU, corresponding to 32 hours of teaching) and 2CFU (corresponding to 24 hours of activity) of practical laboratory experience.

Class Lectures (32 hours)

- Definition of biomaterials and tissue engineering. Generation of biomaterials.
- Tissue engineering and in situ tissue regeneration.
- Methods for measurement of osteoinduction, osteoconduction and osseointegration.
- Surface roughness. Wettability of materials. Interaction between roughness and wettability.
- Mechanical properties of materials.
- Stress-strain diagram, real graph and technical graph, material toughness, ductile-fragile transition temperature. Sizing of a structure.
- Ductility, toughness, shear modulus or tangential elasticity modulus, Poisson coefficient.
- Cyclic loads and fatigue limit. Metal materials with fatigue limit. Hardness of materials.
- Stress shielding, bone remodeling, composite materials, mechanical properties of composite materials.
- Structure and crystalline geometry, X-ray diffraction.
- From bench to bedside: the properties of biomaterials applied to the medical field. Metal biomaterials: titanium and its alloys.
- Degradation of materials and corrosion of metals.
- Sterilization of biomaterials.
- Ceramic materials: properties and production.
- Polymeric materials for biomedical applications, composition and properties. Glass transition temperature. Bio-adhesives.
- Bio-adhesives, resistance and failure modes (structural, adhesive, cohesive). Biopolymers of natural origin. Polysaccharides. Surface-biomaterial interaction. The problem of bacterial colonization. Engineering of antimicrobial surfaces. In vitro test.

These laboratory experiences are detailed in the following list:

- Study of the wettability of biomaterials by measuring static contact angles.
- Surface roughness measurement of titanium implants.
- Hardness tests on metallic materials.
- FT-IR characterization of adhesives and composites for dental applications.
- Analysis of mechanical properties through uniaxial traction tests.
- Characterization of materials by X-ray diffraction.
- Preparation of hydrogels based on alginate and measurement of mechanical properties.
- SEM microscopy analyses.
- Material testing by dynamic mechanical analysis (DMA).
- Approach to micro computed tomography techniques.
- Guided exercise on the analysis of data and additional information on the preparation of laboratory reports.

A visit to the laboratories of ELETTRA Synchrotron Trieste is also scheduled.

Lecture notes will be provided from the teacher.
 For attending students, the slides of the lessons can be downloaded, upon registration, from MOODLE FEDERATO <http://moodle2.units.it>

Class lectures aim to provide detailed knowledge on the materials used for biomedical applications. Firstly, Tissue Engineering will be presented and subsequently the lectures will be focused on the properties of the recently developed biomaterials. The lectures will be correlated with examples and recent scientific publications.

D1 - Knowledge and ability to understand the concepts. The student, at the end of the course, will have to know the main characteristics of the biomaterials and the basic principles of tissue engineering.

D2 - Knowledge and understanding skills applied. The student must be able to carry out a detailed examination of the properties of the biomaterials illustrating the advantages and disadvantages of the individual cases. Particular attention will be placed on the interdisciplinary argumentation skills between the subjects of the science of life and the medical and materialistic fields.

D3 - Autonomy of judgment. The student must be able to evaluate, choosing among the various possibilities, which is the most suitable biomaterial for a given application.

D4 - Communication skills. The student must be able to describe the topics covered during the course with an adequate language property.

The laboratory experiences have the following training objectives:

- Provide students with basic notions on several biomaterial characterization and analysis techniques;
- Allowing students a direct approach with various laboratory instruments employed for the characterization of biomaterials;
- Provide students with knowledge on the preparation and use of biomaterials in the form of hydrogels;
- Provide students with a guide for the analysis of data obtained experimentally and for the preparation of technical reports related to the practical activities carried out.

Fundamentals of chemistry and physics.

Class lectures given by the teacher with the help of a blackboard. The slides of the lecture will be projected by a beamer. Besides the slides, the beamer will be used to project audiovisual documents available in the web.

Laboratories activities.

A visit to the laboratories of ELETTRA Synchrotron Trieste is also scheduled.

Any changes to these indications, which may become necessary to ensure the application of safety protocols related to the COVID19 emergency, will be communicated on the Department's and Degree Course websites and Lecture course Moodle page

For more info please contact the teacher: gturco@units.it

In the event of absence from a laboratory experience, a compilation thesis (non-research dissertation) will be assigned to the student concerning the use of that specific technique/topic reported in the recent scientific literature. The specific topics of the thesis will be assigned personally by the teacher to the student.

Verification of learning will take place through oral examination after the end of the course. During the oral examination, the level of knowledge and competence achieved by the student will be established. In addition, the mastery of expressive tools will be evaluated, and the correct comprehension of the contents of the course through general questions in response to which the student will have to demonstrate language properties and reasoning skills by linking the various topics presented during the course.

For the laboratory experiences, the verification of learning will take place through the delivery of a paper containing the student's individual reports on the laboratory activities performed.

Marks are given in a scale which ranges from 1 to 30. 30/30 is the highest mark and 1/30 is the minimum mark. The exam is positive if at least 18/30 is reached.

Since the course is divided into two modules, one of frontal lectures (4CFU) and one of laboratory experiences (2CFU), the final grade of the exam will be a weighted average on the CFU of the two individual marks. The necessary condition for the passing of the exam is that both the tests are passed with at least a grade of 18/30.

Any changes to these indications, which may become necessary to ensure the application of safety protocols related to the COVID19 emergency, will be communicated on the Department's and Degree Course websites and Lecture course Moodle page

Class Lectures (32 hours)

1. Introduction to the course, definition of exam methods, hours of lectures and laboratory lessons. Web searching and Citation Manager.

Definition of biomaterials and tissue engineering. First and second generation of biomaterials.

2. Third-generation biomaterials. Tissue engineering and in situ tissue regeneration. Next generation biomaterials. Osteoinduction, osteoconduction and osseointegration.

3. Methods for measurement of osteoinduction, osteoconduction and osseointegration. Bone remodeling. Bone to implant contact (BIC). Push-out and push-in tests. Implant stability.

4. Surface roughness, average roughness, asymmetry and curvature roughness. Wettability of materials: static and dynamic contact angle. Interaction between roughness and wettability.

5. Mechanical properties of materials, load, stress, deformation, main types of stress, elasticity, introduction to the stress-strain diagram.

6. Tensile stress, tensile strength tests, stress-strain diagram, real graph and technical graph, material toughness, ductile-fragile transition temperature. Sizing of a structure.

7. Ductility, deviation from the proportionality of 0.2%, toughness, shear modulus or tangential elasticity modulus, Poisson coefficient.

8. Cyclic loads and fatigue limit. Metal materials with fatigue limit. Hardness of materials.

9. Stress shielding, bone remodeling, composite materials, mechanical properties of composite materials.

10. Structure and crystalline geometry, simple cubic structure, cubic with centered body, cubic with centered faces, atomic compaction factor, X-ray diffraction.

11. From bench to bedside: the properties of biomaterials applied to the medical field. Metal biomaterials: titanium and its alloys.

12. Degradation of materials and corrosion of metals, standard electrochemical potentials, passivation of Titanium, corrosion of iron in an aqueous environment, crystal structure of Titanium, methods of sterilization of metals, effects of sterilization on the properties of biomaterials.

13. Sterilization of biomaterials, super-critical carbon dioxide, freeze-drying, viscosity and viscosity measurements.

14. Ceramic materials: properties and production. Ceramic biomaterials: Zirconia, Hydroxyapatite. Polymer matrix composites reinforced with ceramic materials. Bioactive glass: composition and process of adsorption in vitro (with Simulated Body Fluid) and in vivo.

15. Polymeric materials for biomedical applications, composition and properties. Glass transition temperature. Bio-adhesives.

16. Bio-adhesives, resistance and failure modes (structural, adhesive, cohesive). Biopolymers of natural origin. Polysaccharides. Surface-biomaterial interaction. The problem of bacterial colonization. Engineering of antimicrobial surfaces. In vitro test.

The program of planned activities and laboratory experiences is shown below:

- Study of the wettability of biomaterials by measuring the static contact angle
- Surface roughness measurement of titanium implants
- Hardness tests on metallic materials
- FT-IR characterization of adhesives and composites for dental applications
- Analysis of mechanical properties through uniaxial traction tests
- Characterization of materials by X-ray diffraction
- Preparation of hydrogels based on alginate and measurement of mechanical properties.
- SEM microscopy analysis
- Material testing by dynamic mechanical analysis (DMA)
- Approach to micro computed tomography techniques
- Guided exercise on the analysis of data and additional information on the preparation of laboratory reports.