

BIBLIOTECA
DIGITAL

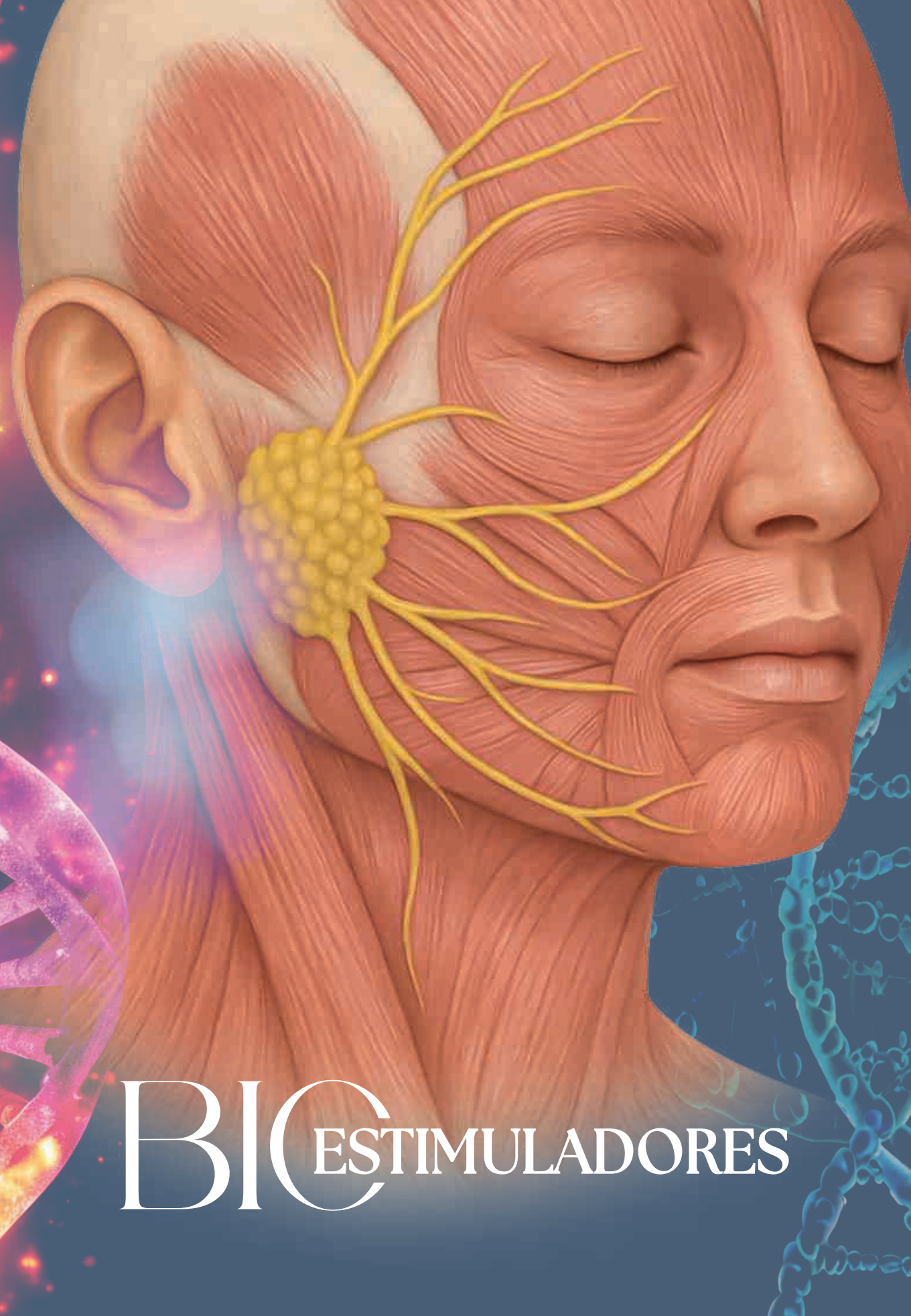
INCLUYE E-BOOK

GLADSTONE
FARIA

RICARDO
FROTA
BOGGIO

BICESTIMULADORES


AMOLCA



BICESTIMULADORES



BIOESTIMULADORES

GLADSTONE FARIA
RICARDO FROTA BOGGIO

2026



Editor en jefe: Félix E. Suárez

Todos los derechos reservados. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o transmitirse por ningún medio electrónico, mecánico, incluyendo fotocopiado o grabado mediante cualquier sistema de almacenamiento de información sin el permiso escrito de los editores.

El editor no es responsable (de hechos de responsabilidad, negligencia u otra) por lesión alguna resultante de cualquier material contenido aquí. Esta publicación contiene información relacionada a principios generales de cuidados médicos que no deben ser tomados como instrucciones específicas para pacientes individuales.

La información y empaque de productos manufacturados insertos deben ser revisados para el conocimiento actual, incluyendo contraindicaciones, dosis y precauciones.

En este libro se proporcionan indicaciones exactas, reacciones adversas y esquemas de dosificación de los medicamentos, pero es posible que cambien. Se insta al lector a revisar los datos de información del envase de los fabricantes de los medicamentos mencionados. Los autores, redactores, editores o distribuidores no se responsabilizan de los errores u omisiones ni de las consecuencias derivadas de la aplicación de la información contenida en esta obra, y no ofrecen ninguna garantía, expresa o implícita, con respecto al contenido de la publicación. Los autores, redactores, editores y distribuidores no asumen ninguna responsabilidad por las lesiones y/o daños a personas o bienes derivados de esta publicación.

Publicado originalmente en portugués con el título:

Bioestimuladores

Gladstone Faria & Ricardo Frota Boggio – 1ª edição / 2024

Copyright © Di Livros Editora Ltda., 2024

ISBN: 978-65-86143-90-4

Edición en idioma castellano:

Copyright © 2026. Editorial Amolca S. A. S.

Bioestimuladores

Gladstone Faria y Ricardo Frota Boggio

eISBN: 978-9962-748-35-9

Edición año 2026

Corrección clínica: Dr. Mauricio Perdomo

Corrección de estilo y gramática: Daniela Olivero

Artes finales: Maglys Gómez

Diseño de portada: Steven Cifuentes



**CASA
MATRIZ**

Cra 43 # 9 Sur 195 Ed. Square Torre Inexmoda Ofc. 1334 - 1338 Medellín, Colombia

+573027157665

(604) 479 74 31

hola@amolca.com

www.amolca.com

AMOLCA COLOMBIA



Circular 5 #71 A - 5 Barrio Laureles
(604) 444 3314
+57 3175049844
gerencia@amolca.com.co

AMOLCA PERÚ



Jr. Inclán 312 Magdalena del Mar, Lima
+51 998 128 873
ventas@amolca.com.pe

AMOLCA CHILE



+56 944182523
+56 920298344
ventas@amolcachile.com

AMOLCA MÉXICO



Arquitectura 49 – 202 o
Videopuerto Amolca. Colonia
Copilco Universidad. Alcaldía
Coyoacán. C.P. 04360.
Ciudad de México.
+52 5556580882
administracion@amolcamexico.com

AMOLCA VENEZUELA

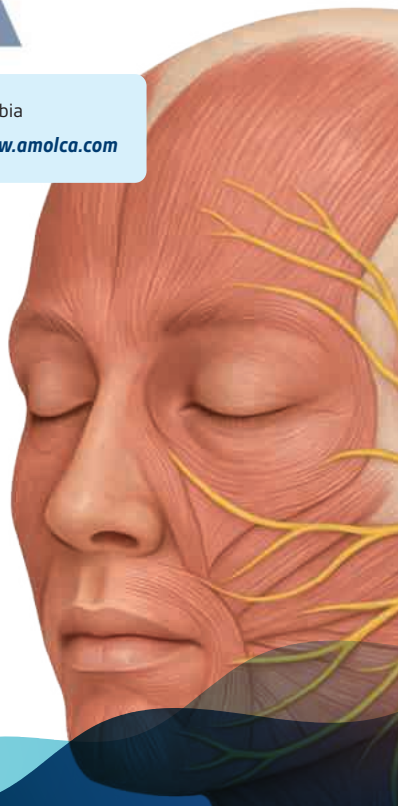


Calle VillaFlor Edificio Centro Profesional del Este
Piso 08 Oficina 81. Urbanización San Antonio /
Sabana Grande Sur Parroquia El Recreo, Municipio
Libertador. Distrito Libertador
+58 414 255 51 85
comercioexterior@amolca.com



Distribuidores

Argentina - Bolivia - Brasil - Costa Rica - Ecuador - El Salvador - España - Guatemala
Honduras - Nicaragua - Panamá - Paraguay - República Dominicana - Uruguay



Prefacio 1

“Mueren lentamente los que se hacen esclavos de la costumbre, repitiendo todos los días las mismas rutas... los que no arriesgan lo cierto por lo incierto para perseguir un sueño”.

Martha Medeiros



Gabriela Casabona

Es un honor escribir este prefacio, ya que soy una enamorada de los bioestimuladores. De hecho, más concretamente, soy una fanática de la medicina que trata de estimular, recuperar y optimizar lo que se ha perdido (función) y, en este caso, el término más apropiado sería regeneración. Este pensamiento de Martha Medeiros ha guiado muchas de mis decisiones, búsquedas y orientaciones. Cuando me licencié, en los años 2000, era práctica habitual en medicina estética el uso de rellenos, toxinas, *peelings* o máquinas para conseguir un mejor aspecto, pero quedaba un hueco por cubrir: tratamientos que utilizaran la célula fibroblasto, motor de la piel y del sistema conectivo, para inducir el proceso regenerativo. Desde entonces, la medicina estética ha experimentado muchos cambios y modas pasajeras, pero los tratamientos bioestimuladores han llegado para quedarse y crecen cada año. El motor de esta ola fue la necesidad de regenerar la función en lugar de inflar el globo. Más recientemente, la medicina preventiva también ha traído consigo otra necesidad, la de mantener y optimizar las funciones en las que los bioestimuladores encajan a la perfección. Pero, ¿qué pretendemos conseguir con estos procedimientos? Los medios de comunicación dirían que buscamos colágeno, los pacientes dirían lo mismo, pero yo diría que buscamos mucho más que colágeno. Buscamos una matriz extracelular equilibrada que proporcione la estructura necesaria para que los fibroblastos produzcan no solo colágeno, sino también, y con la misma importancia, elastina, vasos y buenos comunicadores (factores de crecimiento, interleucinas, etc.). Hoy en día, esta matriz extracelular y sus componentes celulares, así como los comunicadores, se denominan matrisoma. Este libro abarca, de principio a fin, los procedimientos considerados bioestimuladores. En un análisis espectral de los resultados que proporcionan estos productos, en un extremo tenemos el colágeno (bioestimulación) y, en el

otro, todos los componentes de la matrisoma (regeneración); es decir, entre ellos, algunos procedimientos se centran en la estimulación del colágeno y otros proporcionan una matriz más equilibrada. En cualquier caso, el futuro aún no ha llegado y la búsqueda de la cantidad ideal por zona, forma de aplicación, diluciones y capa a tratar no ha terminado. Hoy, lo que sé con certeza es que ya no podemos utilizar productos similares de la misma manera solo porque pertenecen a la misma categoría (bioestimuladores), ni utilizar el mismo plan de tratamiento para diferentes pacientes sin tener en cuenta sus diferencias y complejidades. Este libro le da la bienvenida a esta nueva era de la bioestimulación y del tratamiento de alta escultura.

Un gran abrazo



Prefacio 2



Fabio Saito

En los últimos años, el campo de los tratamientos estéticos ha sido testigo de importantes avances, especialmente en lo que respecta al uso de bioestimuladores faciales y corporales. Este libro pretende explorar y detallar las innovaciones, los mecanismos de acción de estos tratamientos y las técnicas que han adquirido cada vez más relevancia en los planes de tratamiento de los pacientes, a medida que se profundiza en nuestra comprensión del proceso de envejecimiento.

Los bioestimuladores corporales representan una prometedora frontera en estética, ofreciendo soluciones que van más allá de los métodos tradicionales, promoviendo la regeneración y revitalización de los tejidos de forma natural y eficaz. Este libro es una recopilación de las últimas investigaciones, técnicas y aplicaciones prácticas, y sirve de guía esencial para los profesionales del sector.

Me gustaría dedicar este prólogo a los editores de este libro, Gladstone Faria y Ricardo Boggio. Cirujanos plásticos y amigos, Gladstone y Ricardo han sido compañeros y modelos de dedicación y compromiso. Ambos desempeñan un papel importante en el avance de la ciencia y el uso de los inyectables. Sus contribuciones, tanto en publicaciones científicas como en calidad de profesores, han sido fundamentales para la difusión del conocimiento y la evolución de las prácticas estéticas.

Gladstone Faria y Ricardo Boggio no son solo los editores de este libro, sino verdaderos pioneros y divulgadores de la ciencia en el uso y expansión de los inyectables y bioestimuladores. Sus trabajos publicados han servido de referencia para muchos profesionales y sus conferencias han inspirado y formado a innumerables estudiantes y colegas en Brasil y en todo el mundo. Este libro es, sin duda, un reflejo de su pasión y experiencia en el campo.

Estoy muy agradecido por la oportunidad de estar al lado de estos dos grandes profesionales y amigos, y espero que este libro sirva como una valiosa fuente de conocimiento e inspiración para todos aquellos que busquen profundizar en el mundo de los bioestimuladores.

Como dijo Marie Curie: “Nada hay que temer en la vida, solo comprender. Ahora es el momento de comprender más, para poder temer menos”. Que este libro le ayude a comprender mejor los bioestimuladores y a promover prácticas estéticas más seguras y eficaces.

Un abrazo



Editores



Gladstone Faria

Licenciado en Medicina por la Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Cirugía General y Cirugía Plástica en el Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP). *Fellow* en Cirugía Orbitopalpebral en el HC-FMUSP. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Miembro de la Comissão Nacional de Cosmiatria da SBCP (bienio 2020-2021). Profesor y coordinador científico del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Profesor del Curso de Anatomía de Fresh Frozen Specimens (Anatomy.Cos). Miembro del comité científico del Aesthetic Medicine World Congress - AMWC Brasil. Conferenciante, ponente y miembro de consejos asesores en diversas industrias farmacéuticas nacionales e internacionales (conflicto de intereses con Merz Aesthetics y Fios Aptos). Autor de varias publicaciones científicas en dermatología estética.



Ricardo Frota Boggio

Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Miembro activo de la International Society of Aesthetic Plastic Surgery (ISAPS). Miembro de la American Society of Plastic Surgeons (ASPS). Doctorado en Ciencias por la Universidade de São Paulo (USP). Regente del Capítulo de Dermatología Estética de la SBCP (bienio 2018-2019). Coordinador de los Capítulos de la SBCP (bienio 2020-2021). Director del Capítulo de Procedimientos Estéticos No Quirúrgicos de la Federación Ibero-Latinoamericana de Cirugía Plástica (FILACP) (2022-2024). Fundador y director general del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Director científico de la Academia Nacional de Cosmiatria (ANAC.COS).

Colaboradores



Ada Trindade de Almeida

Dermatóloga. Preceptora de Dermatología Estética de la Clínica de Dermatologia do Hospital do Servidor Público Municipal de São Paulo. Directora de For Trials Pesquisa Clínica.



Adriane Tartare

Cirujana plástica por la Universidade de São Paulo (USP). Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Profesora del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación.



Agnaldo Gonçalves de Castro Filho

Médico por la Faculdade de Medicina da Bahia. Cirujano plástico por la Escola Paulista de Medicina. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Especializado en dermatología estética. Miembro del cuerpo docente del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Ponente en Rennova y Proffhilo.



Alessandra Haddad

Máster y doctora por la Escola Paulista de Medicina da Faculdade Federal de São Paulo (EPM/Unifesp). Profesora asociada de Cirugía Plástica en la EPM/Unifesp. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Fundadora del Programa de Posgrado en Dermatología Estética, Láser y Procedimientos del Hospital Israelita Albert Einstein.



Alexander Nassif

Cirujano plástico. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Director del Núcleo Nassif de Ensino Médico em Cosmiatria (Alexander Nassif Palestras e Cursos Ltda.). Profesor del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Dermatológica (SBCD).



Aline Rezende

Licenciada en Medicina por la Universidade Federal de Goiás (UFG). Residencia médica en Cirugía General en el Instituto de Assistência Médica ao Servidor Público Estadual de São Paulo (IAMSPE). Residencia médica en Cirugía Plástica en el IAMSPE. Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). *Fellow* en Dermatología Estética en el Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. *Fellow* Orbitopalpebral - The Art of Eyelid Surgery/Dr. Marcelo Cury - Río de Janeiro. Profesora en el Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. MCL Rennova.



Alyne Queiroga

Cirujana plástica graduada por la Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Miembro especialista de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Miembro del cuerpo docente del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Ponente en Rennova.



Amanda Voltareli César de Oliveira

Graduada por la Faculdade de Medicina do ABC (FMABC). Residencia en Medicina Clínica en la FMABC. Especialización en Dermatología por la FMABC. Dermatóloga Especialista por la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Posgrado en Dermatología Estética por el Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Posgrado en Tricología por la Universidade de Mogi das Cruzes (UMC). *Fellowship* en el Mount Sinai Hospital, Nueva York, EE. UU.



Ana Laura Teodoro Rodrigues

Estudiante de Medicina.



Ana Beatriz Teodoro Rodrigues

Estudiante de Medicina.



Ana Luiza Silva Pimenta Macedo

Médica especialista en Dermatología. Médica asistente en el Instituto Corpo e Pele.



André Borba

Doctor en Ciencias Médicas por la Universidade de São Paulo (USP). *Fellowship* en Oculoplastia por la University of California, Los Angeles (UCLA), EE. UU. Miembro del comité científico del Aesthetic Medicine World Congress – AMWC Brasil. Miembro titular de la European Society of Ophthalmic Plastic and Reconstructive Surgery (ESOPRS). Fundador de la Oculoplastics Academy.



André Ritzmann Torres

Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Miembro de la International Society of Aesthetic Plastic Surgery (ISAPS). Miembro del cuerpo docente del Instituto Boggio - Medicina, Educación y Salud.



Andreia Fogaça

Dermatóloga. Miembro de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Miembro de la American Academy of Dermatology (AAD). Cofundadora de Threads Authority.



Aneta Hionia Vassiliadis

Licenciada en Medicina por la Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP). Cirugía Plástica, HC-FMUSP. Perfeccionamiento en Cirugía Orbitopalpebral en HC-FMUSP. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Profesora del Núcleo de Anatomia do Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación.



Audrey Worthington

Cirujana plástica. Máster por la Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Posgrado en la Universidade de São Paulo (USP). Profesora del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Presidente de la Sociedade Brasileira de Laser em Medicina e Cirurgia (SBLMC).



Bárbara Saavedra

Licenciada por la Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Residencia médica en Medicina Clínica. Residencia médica en Dermatología (UNIRIO). Miembro de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD).



Bernardo Ramalho Martins Pinto

Cirujano Plástico. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Ponente para Allergan/Abbvie y Profilo.



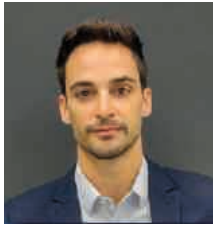
Bianca Viscomi

Dermatóloga especializada por la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Posgraduada en Dermatología Estética por la Faculdade de Medicina do ABC (FMABC).



Bruna Ferreira Bernert

Cirujana plástica del Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Paraná (HC-UFPR). Miembro especialista de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica. *Fellowship* en Reconstrucción Mamaria - USP/ICESP. Profesora del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación.



Bruno Vella Pateo

Cirujano plástico por la Faculdade de Medicina do ABC (FMABC). Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Profesor del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación.



Camila Hayashi

Graduada en Medicina y Cirugía Plástica por la Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo (EPM-Unifesp). Posgraduada en Dermatología Estética por la Faculdade Medicina do ABC (FMABC). Profesora de pregrado en la Faculdade Santa Marcelina. Profesora adjunta del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Médica consultora de Rennova.



Cecília Mirelle Almeida Honorato

Dermatóloga. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Dermatologia. Residencia médica en Dermatología en el Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP). *Fellowship* en Tricología en el HC-FMUSP.



Clarissa Lima Vilela Moreira

Medicina por la Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Cirujana plástica. Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Miembro de la International Society of Aesthetic Plastic Surgery (ISAPS). Profesora del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Creadora y cofundadora de la Brazilian Intimate and Wellness Academy (BIWA). Mentora y CEO del Vilela Aesthetic Institute. Ponente en Rennova, Toskani y Orlight Laser.



Cyro Hirano

Profesor de Dermatología Estética y Láser en el curso de posgrado de Dermatología de la Policlínica Geral do Rio de Janeiro. Profesor de posgrado de Dermatología Cosmética en el Instituto de Dermatologia Professor Rubem David Azulay, Santa Casa de Misericórdia - Río de Janeiro. Miembro de la Dermatology, Aesthetics, and Surgery International League (DASIL).



Daniel Boro

Cirujano plástico. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). *Fellow* en Cirugía Orbitopalpebral por la Escola Paulista de Medicina da Faculdade Federal de São Paulo (EPM/Unifesp). Posgraduado en Dermatología Estética por la Faculdade de Medicina do ABC (FMABC). Coordinador del Setor Orbitopalpebral da EPM/Unifesp (2018-2023). Profesor del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Ponente en Galderma. Ponente en Entera.



David Di Sessa

Cirujano plástico. Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). KOL Global Insights.

AMOLCA



Denise Barcelos

Dermatóloga. Miembro de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Dermatológica (SBCD).



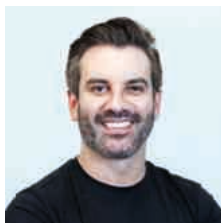
Eduardo Pires Fakiani

Médico graduado por la Universidade de São Paulo (USP). Cirujano plástico. Miembro del personal clínico del Hospital Israelita Albert Einstein y del Hospital Sírio-Libanês.



Felipe S. Ramos

Dermatólogo por la Universidade de Taubaté (UNITAU). Miembro de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Profesor del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación.



Gabriel Ângelo de Araújo Sampaio

Licenciado en Medicina por la Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Residencia médica en Dermatología y formación en Cirugía Micrográfica de Mohs en el Hospital do Servidor Público Municipal de São Paulo. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD) y de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Dermatológica (SBCD). Conferencista en Merz Aesthetic.



Giovana Moraes

Dermatóloga.



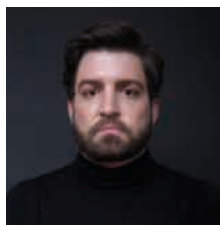
Glaucia Maria Machado-Santelli

Profesora titular del Departamento de Biología Celular y del Desarrollo del Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo (USP).



Isabela Pitta

Licenciada en Medicina por la Universidade Nove de Julho (UNINOVE) (São Paulo). Dermatóloga de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Especialización en Cirugía Dermatológica Avanzada. Conferencista en Merz Aesthetics y Toskani.



João Henrique da Fonseca Armada Barros

Dermatólogo de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). CEO del Instituto Corpo e Pele. Conferencista sobre inyectables, hilos y tecnologías.



Juliana Schinzari Palo

Dermatóloga. Miembro de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Máster en Ciencias por la Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Profesora del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación.



Laíla Carneiro Rios Macedo

Dermatóloga. Miembro de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). *Fellow* en Dermatología Estética del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Especializada en tratamientos faciales, corporales y capilares con láseres y tecnologías.



Luciana C. Zattar

Radióloga, especialista musculoesquelética. Miembro del comité administrativo del Núcleo de Oncología Cutânea e Sarcoma (NOCS) y jefa de Ecografía Dermatológica, Piel y Partes Blandas del Hospital Sírio-Libanês.



Luis Eduardo Toledo Avelar

Cirujano plástico. Miembro especialista de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Autor del libro *Atlas de Medicina Legal*. Miembro del Consejo Internacional de Galderma. Ha lanzado PLLA en países como México, Colombia, Chile, Argentina, Oriente Medio y Sudáfrica.



Luiz Tonon

Médico posgraduado en Dermatología Clínica y Quirúrgica por la Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais (FCMMG) - Instituto Superior de Medicina (ISMD). Médico posgraduado en Cirugía Dermatológica en el Instituto Superior de Ciências Médicas (INCISA) - Hospital da Gamboa - Río de Janeiro. Médico posgraduado en Medicina Estética por la Escola Superior de Ciências da Santa Casa de Misericórdia de Vitória (EMESCAM) - ES. Miembro del comité científico del Aesthetic Medicine World Congress – AMWC Brasil. Miembro del comité científico del Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Blanc - São Paulo.



Luiza Zonzine

Cirujana plástica. Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCEP). Conferencista en Galderma. Profesora asociada del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación.



Matheus dos Santos Teodoro

Dermatólogo de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Endocrinólogo de la Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabolologia (SBEM). Cofundador del Instituto Corpo e Pele. Conferencista sobre inyectables, hilos y tecnologías.



Murillo Salvatto

Médico por la Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Residencia médica en Cirugía General en el Hospital do Servidor Público Estadual de São Paulo (HSPE-SP). Residencia médica en Cirugía Plástica en el HSPE-SP. *Fellowship* en Dermatología Estética en el Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Miembro del cuerpo docente del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCEP). Conferencista en Merz Aesthetics Brasil.



Pedro Salomão Piccinini

Médico adjunto, División de Cirugía Plástica, Montefiore Medical Center, Nueva York, EE. UU. Profesor Asistente - Departamento de Cirugía - Einstein College of Medicine, Nueva York, EE. UU.



Rebecca Ignacio Subirá Medina

Licenciada en Medicina por la Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Residencia en Dermatología en Unifesp. Título de Especialista en Dermatología por la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Doctorado en Ciencias por la Unifesp.



Ronaldo Righesso

Cirujano plástico. Miembro titular de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCEP). Miembro de la International Society of Aesthetic Plastic Surgery (ISAPS). Presidente de la Regional Gaúcha da Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCEP-RS) (bienio 2022-2023). Segundo vicepresidente de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCEP) (bienio 2024-2025). Director del Centro de Cirurgia Plástica Dr. Ronaldo Righesso (Bento Gonçalves, RS).



Rossana Vasconcelos

Especialista en Dermatología por la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Miembro de la SBD y de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Dermatológica (SBCEP). Profesora del Departamento de Dermatología de la Universidade de Santo Amaro (UNISA). Jefa del Ambulatório de Cosmiatria da UNISA. Coordinadora del Grupo de Discussão de Cosmiatria e Laser da SBD.



Sheila Espicalsky

Dermatóloga. Especializada por la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Dermatológica (SBCEP).



Sheila Mulatti

Cirujana plástica. Miembro especialista de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Licenciada por la Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP). Residencia en Cirugía General en el Hospital das Clínicas da FMUSP (HC-FMUSP). Residencia en Cirugía Plástica en HC-FMUSP. Especialista en rinoplastia en HC-FMUSP. Ponente en el Allergan Medical Institute.



Suyan de Jesus Vasconcelos

Médica posgraduada en Dermatología Clínica y Quirúrgica por la Faculdade de Ciências Médicas de Minas Gerais (FCMMG) - Instituto Superior de Medicina (ISMD).



Talitha Possagno Chaves Bellote

Dermatóloga.



Thaigo Paulo

Cirujano plástico. Miembro de la Sociedade Brasileira de Cirurgia Plástica (SBCP). Profesor del *Fellowship* en Dermatología Estética del Instituto Boggio - Medicina, Enseñanza e Investigación. Especializado en tratamientos faciales y corporales con tecnologías de radiofrecuencia.



Virgínia Amaral

Dermatóloga.

**Vivian Amaral**

Dermatóloga, *miembro* de la Sociedade Brasileira de Dermatologia (SBD). *Fellow* en Dermatología General por la University of Miami. Mentora de médicos y conferencista en múltiples congresos en Brasil y en el exterior. Fundadora de la Dermatologic and Vulvar Academy - Academia de Formación Médica (@DermatoVulvarAcademy). Autora del primer Tratado brasileño de rejuvenecimiento íntimo no quirúrgico.



Contenido

1. Histología y envejecimiento de la piel, 1

Ricardo Frota Boggio

Glaucia Maria Machado-Santelli

2. Bases anatómicas para una bioestimulación segura y eficaz, 21

Ricardo Frota Boggio

3. Fibroblastos: células clave en la homeostasis de la piel, 33

Ada Trindade de Almeida

Bianca Viscomi

4. Hidroxiapatita de calcio en el rostro, 43

Bárbara Saavedra

Isabela Pitta

5. Ácido poli-L-láctico, 61

Luiza Zonzine

Luis Eduardo Toledo Avelar

6. Policaprolactona, 81

Virgínia Amaral

7. Ácido poli-D-L-láctico, 101

Luiz Tonon

8. Matriz híbrida con ácido hialurónico e hidroxiapatita de calcio incorporada, 115

Alexander Nassif

Sheila Espicalsky

Sheila Mulatti



9. Híbridos personalizables, 131

Gabriel Ângelo de Araújo Sampaio
Gladstone Faria

10. Biorremodelador tisular, 141

Juliana Schinzari Palo
Bernardo Ramalho Martins Pinto

11. Estrategias regenerativas: exosomas y PDRN, 155

Cyro Hirano
Denise Barcelos

12. Cómo hacer de la ecografía dermatológica una aliada para los tratamientos bioestimuladores, 173

Luciana C. Zattar
Gladstone Faria

13. Ecografía microfocalizada, 189

Talitha Possagno Chaves Bellote
Suyan de Jesus Vasconcelos

14. Inducción percutánea de colágeno con agujas, 203

Alyne Queiroga

15. Inducción de colágeno con *Nanofat Microneedling*, 215

Ronaldo Righesso
Pedro Salomão Piccinini

16. Radiofrecuencia con microagujas, 237

Giovana Moraes

17. Radiofrecuencia subcutánea, 249

Thaigo Paulo
Laíla Carneiro Rios Macedo
Eduardo Pires Fakiani



18. Bioestimulación con láser y luz pulsada intensa, 265

Rebeca Ignacio Subirá Medina

Amanda Voltareli César de Oliveira

19. Endoláser - Bioestimulación, 277

Matheus dos Santos Teodoro

João Henrique da Fonseca Armada Barros

Ana Luiza Silva Pimenta Macedo

20. Hilos de polidioxanona como bioestimuladores, 291

Audrey Worthington

Camila Hayashi

21. Hilos híbridos de polilactida/policaprolactona (PLA/PCL), 303

Andreia Fogaça

Gladstone Faria

22. Combinación de tratamientos para la bioestimulación facial, 317

Felipe S. Ramos

Bruno Vella Pateo

Adriane Tartare

23. Bioestimulación del colágeno en la región labial y perioral, 327

Daniel Boro

Alessandra Haddad

24. Bioestimulación temporal y periorbitaria, 335

Aneta Hionia Vassiliadis

André Borba

25. Rejuvenecimiento de manos: bioestimulación y otros procedimientos asociados, 349

Agnaldo Gonçalves de Castro Filho

26. Bioestimulación de la región íntima femenina, 371

Vivian Amaral

Clarissa Lima Vilela Moreira



27. Bioestimulación de la región glútea, 387

Matheus dos Santos Teodoro

João Henrique da Fonseca Armada Barros

Ana Laura Teodoro Rodrigues

Ana Beatriz Teodoro Rodrigues

28. Bioestimulación del abdomen, 401

Gladstone Faria

Aline Rezende

Rossana Vasconcellos

David Di Sessa

29. Bioestimulación de brazos y piernas, 417

Juliana Schinzari Palo

Cecília Mirelle Almeida Honorato

30. Bioestimulación cervical, 431

André Ritzmann Torres

Bruna Ferreira Bernert

31. Complicaciones de los bioestimuladores, 455

Murillo Salvato

Gladstone Faria

Índice alfabético, 469



CAPÍTULO

1

Histología y envejecimiento de la piel

AUTORES



Ricardo Frota Boggio



Glaucia Maria Machado-Santelli

Histología de la piel

La piel es el órgano más grande del cuerpo humano (16 % del peso corporal) y está constituida por una porción epitelial de origen ectodérmico (epidermis) y una porción conectiva de origen mesodérmico (dermis), estrechamente unidas por crestas epidérmicas y papilas dérmicas (**Figura 1.1**). Representa la barrera protectora del organismo frente a los agentes ambientales físicos, químicos y biológicos. La piel y sus apéndices constituyen el sistema tegumentario. Como tal, participa en la homeostasis regulando la temperatura corporal y la pérdida de agua, proporciona información inmunológica a las células efectoras del tejido y transmite información sensorial del medio externo al sistema nervioso. También tiene una función endocrina, segregando hormonas, citoquinas, factores de crecimiento y convirtiendo el precursor de la vitamina D, además de su función de secreción exocrina.

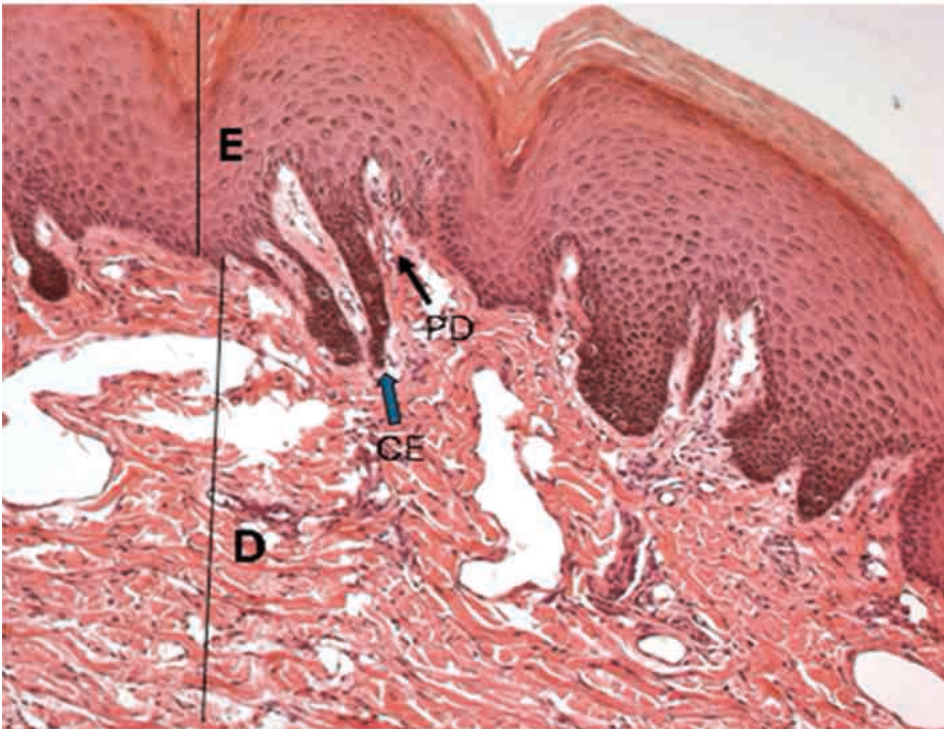


Figura 1.1. Corte histológico de la piel que muestra la epidermis (E), la dermis (D), la papila dérmica (PD) y las crestas epidérmicas (CE).

Epidermis

La epidermis es la capa más externa de la piel, formada por tejido epitelial estratificado queratinizado y avascular. Las células más abundantes de la epidermis son los

queratinocitos. Además de los queratinocitos, la epidermis está poblada por otros tipos de células, como los melanocitos, las células de Langerhans y las células de Merkel.

La epidermis se divide clásicamente en diferentes capas que, desde la base hasta la superficie, corresponden a las capas basal, espinosa, granulosa y córnea (**Figura 1.2**). La capa lúcida solo está presente en la piel gruesa (palmas y plantas).

El estrato o capa basal, formado por células cuboides o cilíndricas, también puede denominarse capa germinal, ya que se caracteriza por la presencia de numerosas células madre. La intensa actividad mitótica de estas células es responsable de la renovación constante de la epidermis. Las células de la capa basal, cuando reciben

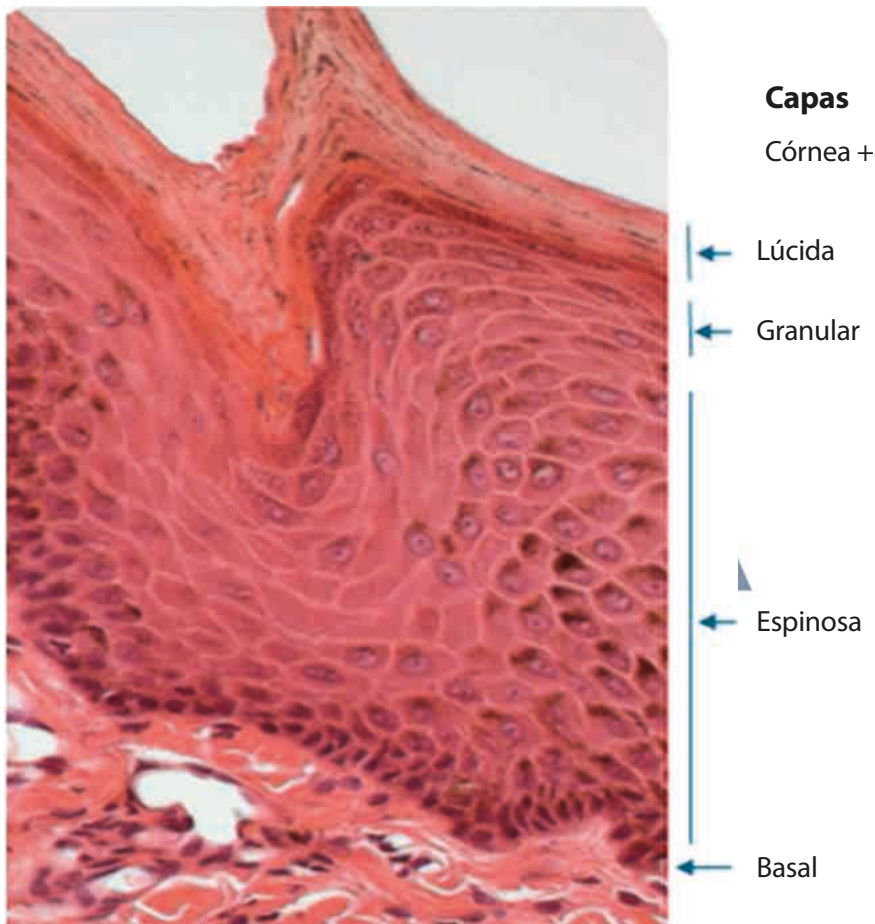


Figura 1.2. Corte histológico de piel gruesa, destacando las capas basal, espinosa, granular, lúcida y córnea.

la señal para diferenciarse, inician un proceso de migración hacia la superficie, pasando a formar parte de la siguiente capa epidérmica, la capa espinosa.

La capa espinosa está formada por células cuboides ligeramente aplanadas con un núcleo central y un citoplasma con expansiones cortas que contienen haces de filamentos de queratina (tonofilamentos) y gránulos cubiertos de membrana denominados cuerpos laminares (contenido lipídico). Las expansiones citoplasmáticas se acercan entre sí y se mantienen unidas a las de las células adyacentes mediante desmosomas, lo que confiere a las células un aspecto en espiga en las preparaciones histológicas tras su retracción por fijación. Los filamentos de queratina y los desmosomas desempeñan un papel importante en el mantenimiento de la cohesión entre las células epidérmicas y en la resistencia a la fricción. También hay células madre de queratinocitos en la capa espinosa; sin embargo, las mitosis se producen en menor número en esta capa en comparación con la capa basal. Los diminutos espacios entre los queratinocitos de la capa espinosa acumulan una gran cantidad de ácido hialurónico (AH), que es esencial para mantener el nivel de hidratación epidérmica. En esta capa también se encuentran células dendríticas o de Langerhans.

Los queratinocitos continúan su diferenciación migrando hacia la superficie y forman entonces el estrato granuloso, que tiene una media de tres filas de células aplanadas con un núcleo central y un citoplasma lleno de gránulos basófilos (gránulos de queratohialina), que no están rodeados por una membrana y están asociados a tonofilamentos. Estos gránulos se fusionan con la membrana plasmática y expulsan su contenido al espacio extracelular, donde se deposita el material lipídico, contribuyendo a la formación de una barrera contra la penetración de sustancias y haciendo que la piel sea impermeable al agua, impidiendo así la deshidratación del organismo y constituyendo así la denominada barrera epidérmica al agua. Las uniones estrechas celulares y las proteínas de la membrana plasmática también contribuyen a esta estructura.

El estrato córneo tiene un grosor muy variable y está formado por células aplanadas, muertas y sin núcleo. El citoplasma de estas células está lleno de queratina. En el estrato córneo, los tonofilamentos se aglutinan junto con una matriz formada por gránulos de queratohialina. En esta fase de diferenciación, los queratinocitos se transforman en placas sin vida y se desprenden continuamente tras sufrir un tipo de muerte celular programada (apoptosis) en la que la membrana plasmática se conserva intacta. Los marcadores clínicos de apoptosis son los gránulos de queratohialina y la expresión de filagrina.

También hay que mencionar la presencia del estrato lúcido, muy similar al estrato córneo y situado por debajo de este, presente solo en regiones de piel gruesa.

Otros tipos de células presentes en la epidermis son los melanocitos, que se originan en las crestas neurales del embrión e invaden la piel entre las semanas 12 y 14 de vida intrauterina. Tienen un citoplasma globoso, del que parten prolongaciones que

penetran en los recovecos de las células de las capas basal y espinosa y transfieren los gránulos de melanina a las células de estas capas. La melanina es un pigmento marrón oscuro (eumelanina) producido por los melanocitos con la participación de la enzima tirosinasa, que primero transforma el aminoácido tirosina en 3,4-dihidroxi-fenilalanina (DOPA, por sus siglas en inglés). La tirosinasa también actúa sobre la DOPA, produciendo dopaquinona, que tras diversas modificaciones se convierte en melanina. En el citoplasma de los melanocitos se forman vesículas que contienen melanina (melanosomas), que migran a lo largo de las prolongaciones celulares y se transfieren a los queratinocitos adyacentes. Los gránulos de melanina se fusionan con los lisosomas de los queratinocitos, razón por la cual las células más superficiales de la epidermis no tienen melanina. En las células epiteliales los gránulos de melanina se encuentran en posición supranuclear (**Figura 1.3**). En esta ubicación, ofrecen la máxima protección al ADN frente a los efectos dañinos de la radiación solar.

Los melanocitos no forman desmosomas con los queratinocitos, sino que se unen a la membrana basal mediante hemidesmosomas. Un segundo tipo de melanina de color amarillo rojizo, la feomelanina, se encuentra en los pelirrojos.

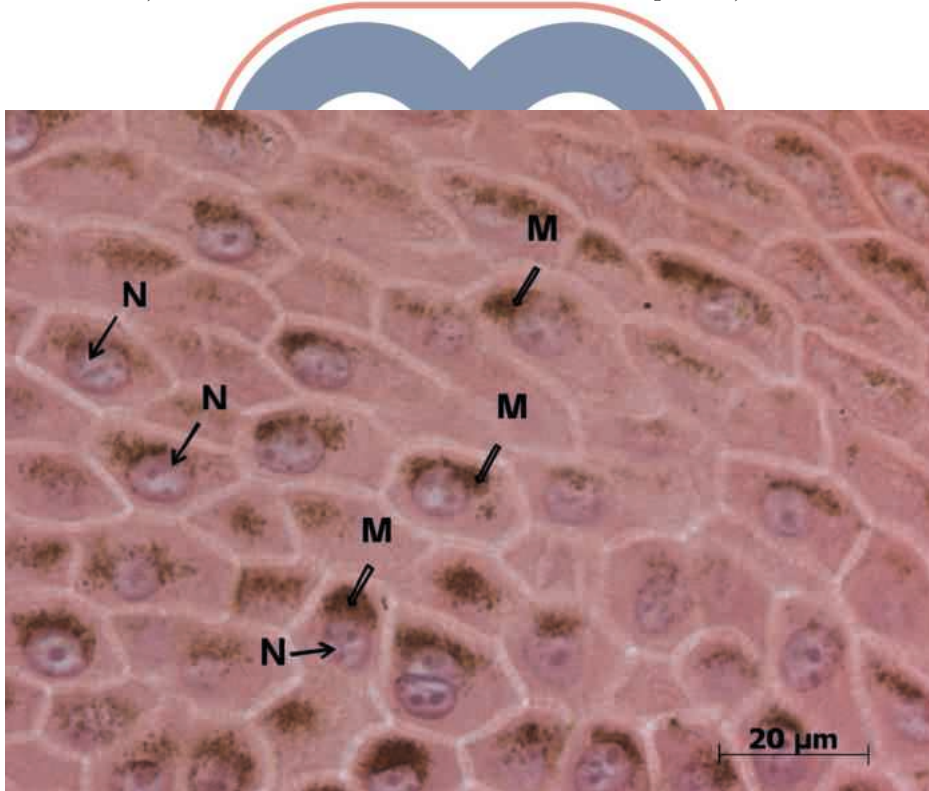


Figura 1.3. Células del estrato espinoso mostrando en detalle la conexión entre células vecinas, la localización de la capa de melanina (M) en la superficie de los núcleos y mostrando también los núcleos con cromatina clara y nucléolo (N).

También cabe mencionar que el envejecimiento provoca una alteración de la expresión de los genes *BCL2* y *MITF* en los melanocitos, lo que conduce a la aparición de canas.

Como ya se ha mencionado, el otro tipo celular presente en la epidermis es la célula de Langerhans, que pertenece al sistema fagocítico mononuclear y desempeña un papel importante en la defensa inmunitaria de la epidermis. Son células presentadoras de antígenos que recogen moléculas extrañas de la superficie de la epidermis y, tras procesarlas, las presentan a los linfocitos situados en los ganglios linfáticos cercanos. Interactúan con los queratinocitos expresando E-cadherina en su superficie, fagocitan los antígenos que se unen a los receptores de la superficie celular y abandonan la epidermis, entrando en el sistema linfático. Allí, son transportadas a un ganglio linfático para diferenciarse en una célula dendrítica, expresando moléculas de superficie de las clases MHC I y II y B7 y estimulando así a los linfocitos T.

Este tejido también alberga células de Merkel, que son mecanorreceptores con un alto poder discriminatorio y están presentes preferentemente en la epidermis de la piel gruesa (p. ej., yemas de los dedos). Estas células están asociadas a la membrana basal y conectadas a una pequeña placa neural (**Figura 1.4**).

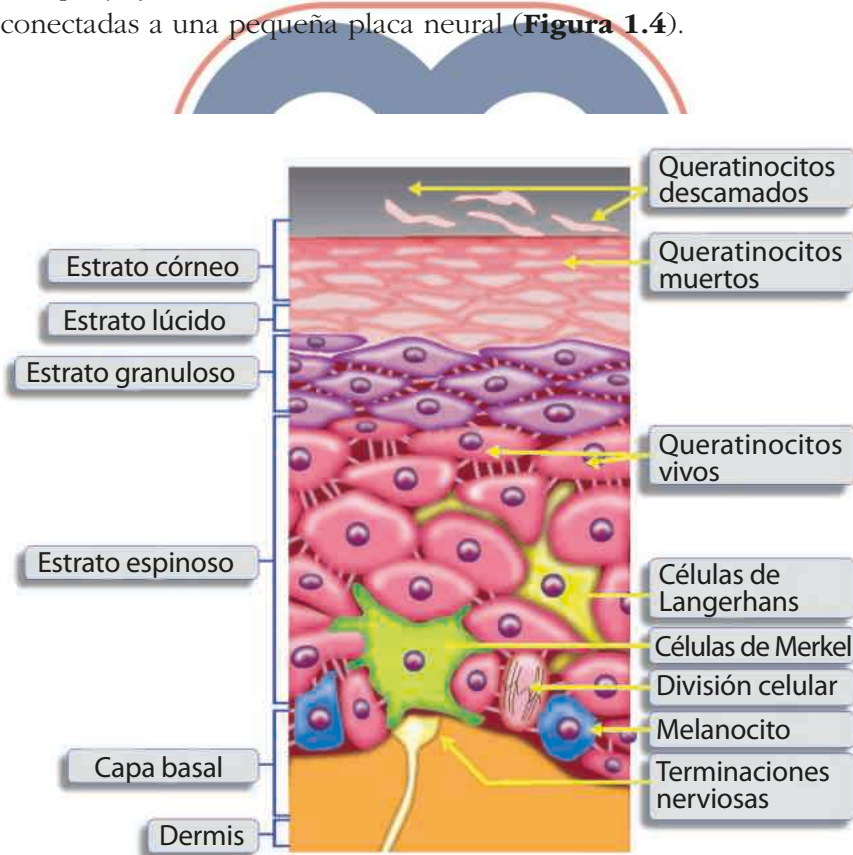


Figura 1.4. Ilustración que muestra los diferentes estratos de la piel, destacando las células que componen el lecho epidérmico: queratinocitos, células de Langerhans, células de Merkel y melanocitos.

La epidermis experimenta una renovación celular constante y, por tanto, su población celular se mantiene gracias a la actividad proliferativa de las células situadas en la capa basal. La proliferación celular está regulada por mecanismos moleculares complejos, pero los estudios demuestran que el tiempo medio para la renovación epidérmica completa es de aproximadamente 20-30 días en individuos jóvenes.

Unión dermoepidérmica

La unión entre la epidermis y la dermis, descrita inicialmente como membrana basal al microscopio óptico, es una estructura proteica compleja que implica la interacción de hemidesmosomas y adhesiones focales de la base de los queratinocitos de la capa basal de la epidermis con el tejido conjuntivo subyacente (**Figura 1.5**).

Los hemidesmosomas son responsables de la unión fuerte y estable entre la epidermis y el tejido conjuntivo, la lámina basal (o membrana basal). Su composición es similar

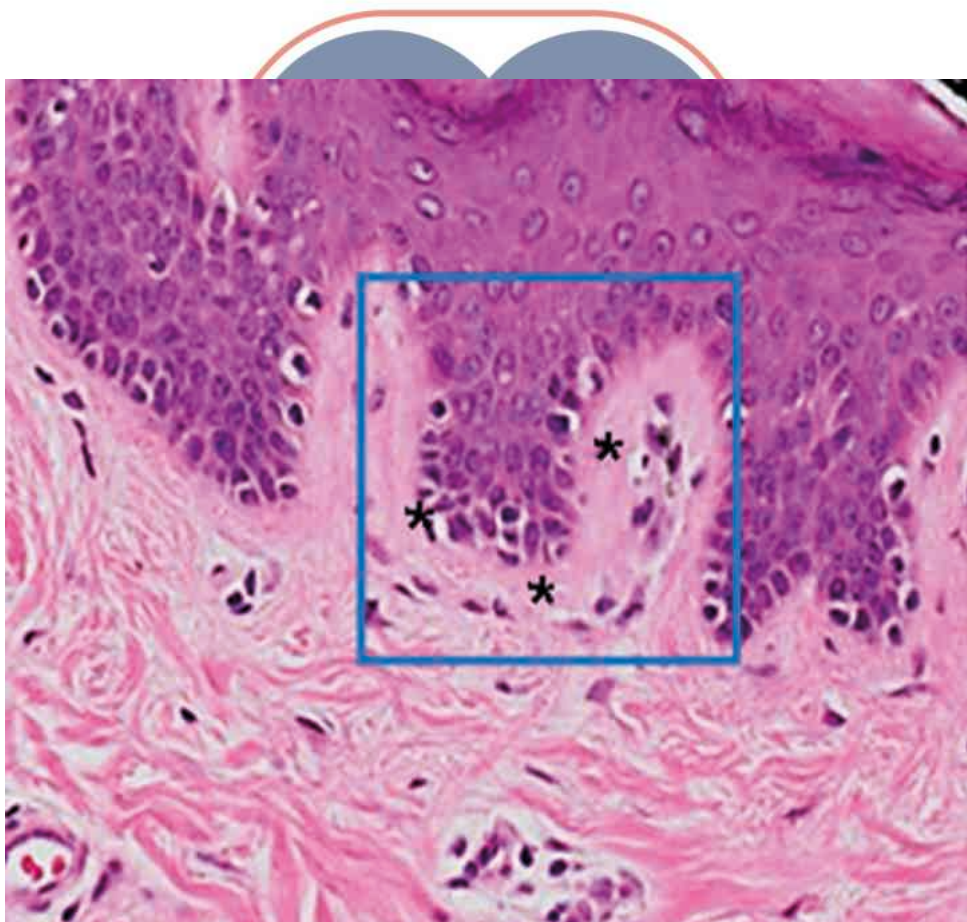


Figura 1.5. Corte histológico de la piel que muestra la región de la membrana basal (*) entre la epidermis y la dermis, dentro del cuadrado azul.

La adhesión focal, a su vez, es responsable de la conexión dinámica entre el citoesqueleto y la matriz extracelular de la membrana basal. Estas estructuras desempeñan un papel importante en la remodelación del citoesqueleto de actina, controlando la migración celular en el tejido. Podemos resumir la organización de la adhesión focal como una estructura proteica citoplasmática interconectada a microfilamentos de actina, una región transmembrana formada por integrina, unión a fibronectina y laminina en la matriz glicoproteica. Esta conexión dinámica está implicada en la detección y transmisión de señales del microambiente al interior de las células, modulando la adhesión celular en respuesta a estímulos.

Entre las proteínas de la membrana basal, destacan el colágeno IV, la laminina, la entactina y el perlecán. Interactuando con la lámina basal, se encuentran las fibras reticulares, compuestas de colágeno III. En la piel en concreto, además de los elementos

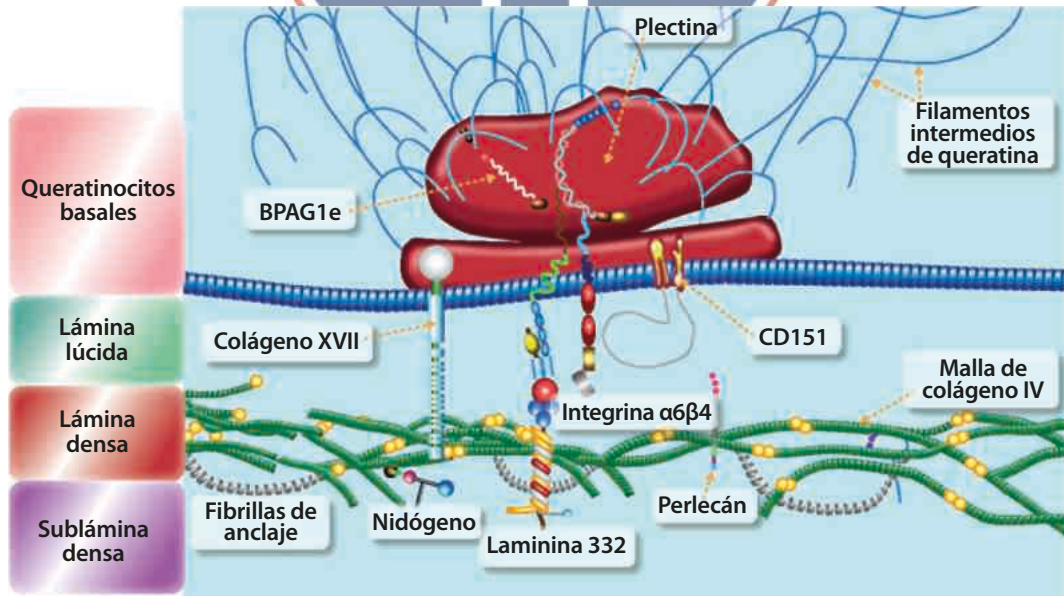


Figura 1.6. Ilustración que muestra el contorno de la interacción del hemidesmosoma en la zona de la membrana basal.

mencionados de la lámina basal, las fibrillas de anclaje están formadas por colágeno de tipo VII, que refuerzan aún más la conexión dermoepidérmica.

Clásicamente, se atribuyen a la unión dermoepidérmica las siguientes funciones: (1) adhesión de la epidermis a la dermis; (2) soporte mecánico de la epidermis; y (3) barrera a la transferencia de material y células. A estas funciones se han añadido recientemente la transducción de señales, la señalización de la polaridad celular y la migración, así como la participación en la tumorigénesis y la progresión tumoral.

Dermis

La dermis está formada por dos capas con límites ligeramente diferentes: la dermis papilar (superficial) y la dermis reticular (profunda). Las células más abundantes de la dermis son los fibroblastos.

La unión dermoepidérmica se caracteriza por la presencia de proyecciones de la epidermis hacia la dermis (crestas epidérmicas) y de la dermis hacia la epidermis (papilas dérmicas) que aumentan la superficie de contacto entre los dos planos histológicos y contribuyen a la resistencia de la piel.

La dermis papilar es más fina y celularizada, y está formada por tejido conjuntivo laxo. Esta capa de tejido se caracteriza por la presencia de fibrillas de colágeno especializadas, que se insertan en la membrana basal por un lado y penetran profundamente en la dermis por el otro. Estas fibrillas ayudan a unir la dermis a la epidermis (unión dermoepidérmica). Los pequeños vasos sanguíneos presentes en la dermis papilar forman el plexo dérmico, que además de nutrir la dermis, es responsable de la nutrición y oxigenación de las células epidérmicas.

La dermis reticular es más gruesa y está formada por tejido conjuntivo denso. Ambas capas contienen muchas fibras elásticas, que contribuyen a la elasticidad de la piel. Además de vasos sanguíneos, vasos linfáticos y nervios, en la dermis se encuentran las siguientes estructuras derivadas de la epidermis: folículos pilosos, glándulas sebáceas y glándulas sudoríparas (**Figura 1.7**).

Los fibroblastos son las células más comunes de la dermis y se consideran las células fijas de este plano tisular. Se caracterizan por ser células grandes con muchas prolongaciones citoplasmáticas. Tienen un núcleo oval claro con cromatina fina y nucléolos prominentes, y un citoplasma con retículo endoplásmico y complejo de Golgi bien desarrollados, responsables de la biosíntesis y secreción de todos los componentes de la matriz extracelular (MEC) (**Figura 1.8**).

La MEC está formada por diferentes moléculas, que tienen distintas propiedades bioquímicas y funcionales. En términos generales, existen dos grupos de moléculas que componen la MEC. El primer grupo está representado por la sustancia fundamental (amorfa), compuesta por moléculas solubles que no forman fibras, mientras que el

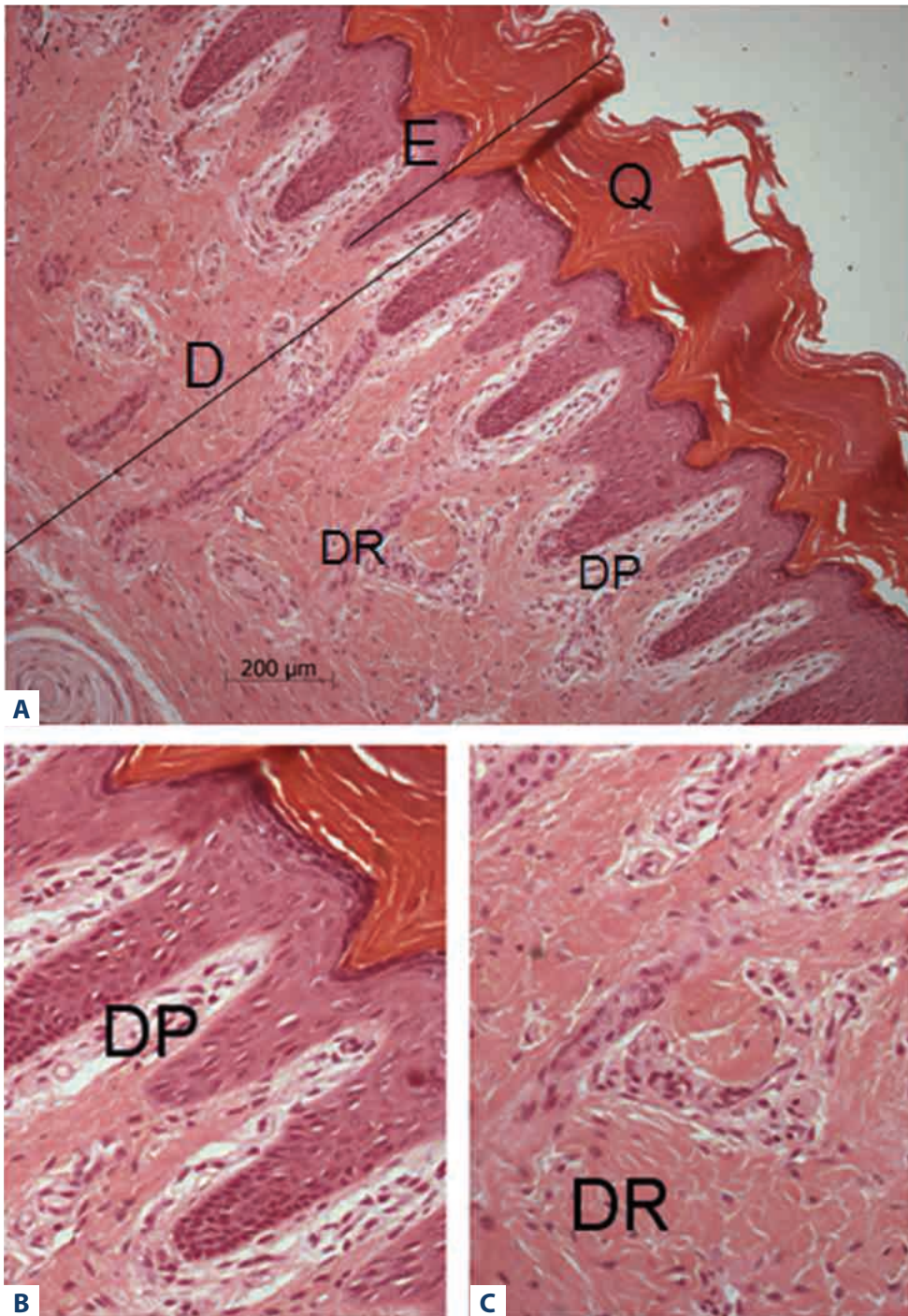


Figura 1.7. Corte histológico de la piel: **(A)** con menor aumento: epidermis (E), dermis (D), dermis papilar (DP), dermis reticular (DR) y queratina (Q); **(B)** mayor aumento: dermis papilar (DP): tejido conjuntivo laxo; **(C)** mayor aumento: dermis reticular (DR): tejido conjuntivo denso, menos celularizado.

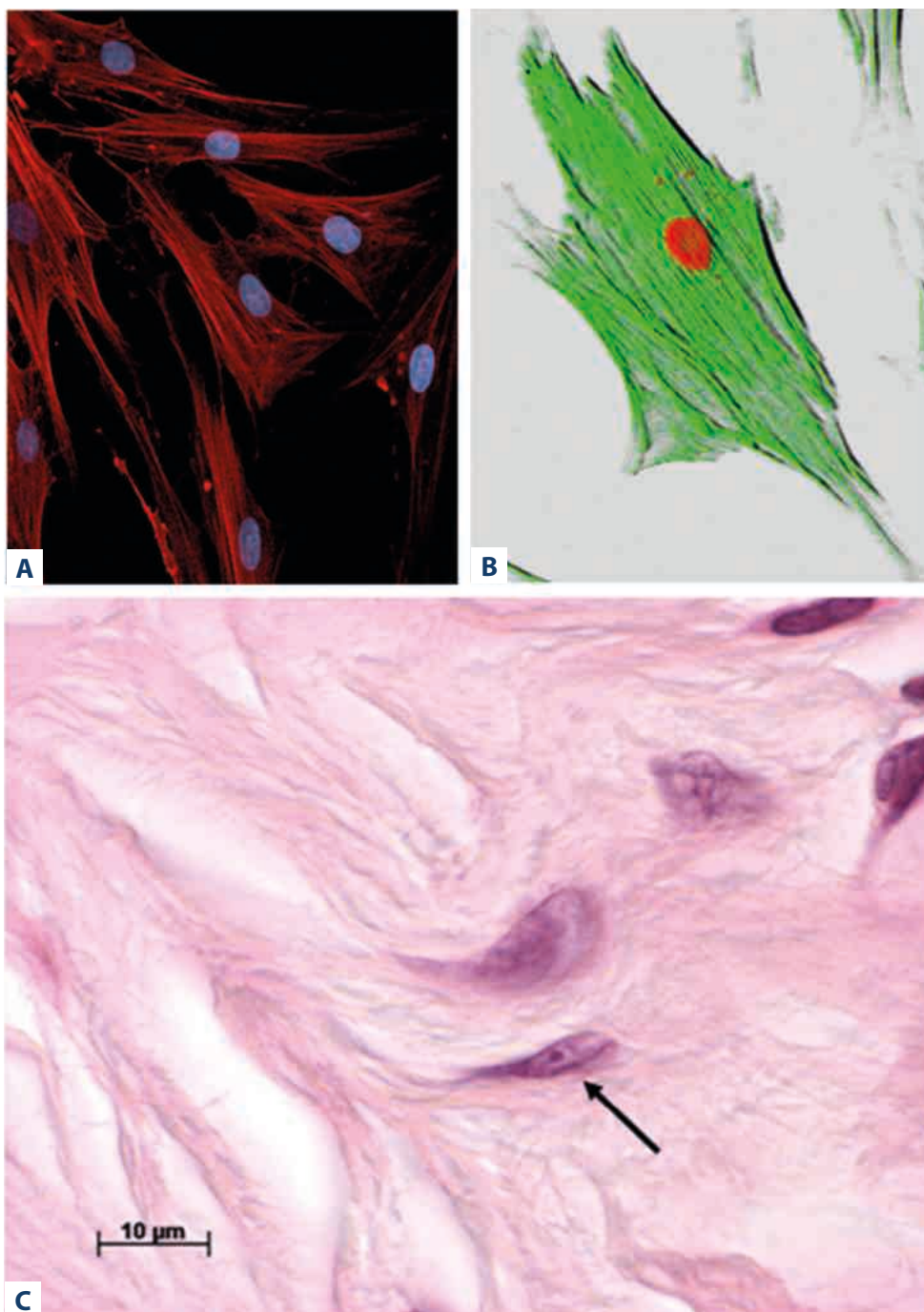


Figura 1.8. Imagen al microscopio confocal de barrido láser de fibroblastos dérmicos humanos en cultivo, teñidos mediante reacción fluorescente con faloidina (actina) y DAPI (núcleo): **(A)** núcleo en azul y microfilamentos en rojo; **(B)** reconstrucción 3D con núcleo en rojo y microfilamentos en verde (Boggio, 2008). **(C)** Corte histológico que muestra fibroblastos (*flecha*) entre haces de colágeno.

segundo grupo se caracteriza por la presencia de componentes fibrilares, constituidos por moléculas que se agregan para formar fibras.

Entre los componentes de la sustancia fundamental, se encuentran los glucosaminoglucanos (GAG), proteoglicanos y glicoproteínas de adhesión. Los glucosaminoglucanos son polímeros lineales formados por unidades repetidas de disacáridos, generalmente compuestos por ácido urónico y hexosamina, que tienen una gran afinidad por el sodio y el agua, lo que les confiere una gran capacidad higroscópica. Al formar geles con poros de tamaño variable, los glucosaminoglucanos actúan como filtros que regulan el paso de moléculas a través del espacio extracelular, fijan factores tróficos, permiten la formación de gradientes de moléculas quimiotácticas, absorben moléculas de señalización para diversas funciones celulares, así como bloquean o estimulan la migración y dispersión celular a través de la MEC. Los GAG sulfatados se caracterizan por la presencia de uno o más hidroxilos de aminoazúcar sulfatados, lo que les confiere una alta densidad de cargas negativas, atrayendo cationes como el sodio (Na^+) y el líquido tisular. Los GAG sulfatados presentan una buena resistencia a las fuerzas de compresión y son excelentes lubricantes. El ácido hialurónico, un GAG no sulfatado, es un polímero largo y muy hidrófilo capaz de mover grandes cantidades de agua. Se encuentra en altas concentraciones en la piel y, cuando se asocia con moléculas de agua, forma una sustancia viscosa que contribuye a la hidratación y turgencia del tejido. En la piel joven, el AH se encuentra en grandes cantidades tanto en la epidermis (capas basal y espinosa) como en la dermis y suele localizarse en las regiones donde se cruzan el colágeno y las fibras elásticas, por lo que algunas de sus propiedades funcionales dependen de su interacción con otros elementos de la MEC.

Los proteoglicanos están formados por un eje proteico asociado a uno o varios tipos de glucosaminoglucanos. Los proteoglicanos incluyen el versicán, esencial para las interacciones célula-célula y célula-MEC, los SLRP (*Small Leucine-Rich Proteoglycans*) como la decorina, el biglicán y el lumicán, que desempeñan un papel importante en la regulación de la actividad celular y las propiedades funcionales de la piel. Las glicoproteínas de adhesión son moléculas formadas por proteínas globulares, que se asocian covalentemente a los glucosaminoglucanos y actúan como mediadores de la interacción célula-célula y célula-MEC. Entre las glicoproteínas de adhesión se encuentran las cadherinas, que se caracterizan por ser moléculas transmembrana dependientes del calcio que se unen a células vecinas por mecanismos homofílicos, en los que moléculas de una célula se unen a otras moléculas del mismo tipo en células adyacentes.

El componente fibrilar de la MEC puede subdividirse en sistema elástico y sistema colagénico. El sistema elástico se caracteriza por la presencia de fibras elásticas, que están formadas por microfibrillas compuestas de fibrilinas (1 y 2) y elastina. En inicio, las fibrilinas 1 y 2 se organizan para formar microfibrillas (fibras oxitalánicas), que constituyen un armazón sobre el que se deposita, poco a poco,

la proteína elastina. Las fibras elaunínicas corresponden a fibras con microfibrillas y un poco de elastina depositada. A medida que aumenta el depósito de elastina en el entramado de microfibrillas, se forma la estructura de la fibra elástica propiamente dicha. La red de fibras elásticas confiere al tejido la capacidad de estirarse, y las distintas etapas de su organización son sumamente importantes para dotar a las fibras maduras de actividad funcional. Cabe señalar que la proteína elastina posee dominios hidrófilos e hidrófobos, los primeros esenciales para conferir la propiedad de elasticidad (la elastina es cinco veces más extensible que el caucho) y los segundos para establecer enlaces cruzados entre las moléculas de elastina en el proceso de formación de las fibras. Las fibras oxitálicas y elaunínicas están presentes en la dermis papilar y representan el inicio de la formación de la fibra elástica propiamente dicha, que se encuentra predominantemente en la dermis reticular y confiere a la piel su capacidad de estiramiento.

Las fibras de colágeno, características del sistema colágeno, son las más abundantes en la dermis y confieren al tejido su resistencia. El colágeno I es la proteína más abundante en la piel (90 % del peso seco) y está formado por tres cadenas polipeptídicas organizadas en hélice. Las modificaciones postraduccionales como la hidroxilación y la glicosilación son esenciales para el establecimiento de la estructura de triple hélice y la fibrilogénesis. La hidroxilación de los residuos de prolina y lisina depende de la participación de cofactores, entre los que se encuentra el ácido ascórbico. El colágeno I se sintetiza en forma de procolágeno y solo en el medio extracelular, tras sufrir la acción de peptidasas que eliminan las secuencias terminales de aminoácidos (péptidos de registro), el procolágeno se convierte en tropocolágeno (**Figura 1.9**). La polimerización regular de varias moléculas de tropocolágeno conduce a la formación de fibrillas de colágeno, que posteriormente se agregan para formar la fibra de colágeno. El proceso de fibrilogénesis del colágeno implica la participación de otras moléculas, incluidos otros tipos de colágeno y elementos de la sustancia fundamental.

El ritmo de renovación de los elementos de la matriz extracelular es muy lento y se debe a la actividad coordinada de biosíntesis y degradación de los elementos de la MEC. Las metaloproteinasas (MMP, por sus siglas en inglés) son miembros de una gran familia de endopeptidasas dependientes de zinc que degradan, específicamente, los componentes de la MEC. Al igual que otras proteasas, las MMP se sintetizan en forma inactiva y se activan tras su secreción. Esta subfamilia de proteínas incluye las collagenasas, las gelatinasas y las estromelisin. La MMP1 (también conocida como collagenasa 1) participa en el proceso normal de renovación de las fibras de colágeno, pero en la piel joven y sana, la expresión de MMP1 es excesivamente baja. Esta enzima escinde los colágenos intersticiales (colágeno I y III) produciendo fragmentos más pequeños, que son degradados por otros miembros de la familia MMP. La MMP-9 (gelatinasa B) y la MMP-3 (estromelisin) son responsables de