

TECIDO CONJUNTIVO

*Aline Almeida de Carvalho
Geovana Raminelli
Douglas Fernandes da Silva*

Os tecidos conjuntivos são formados basicamente por fibras e substância fundamental, que compõem a matriz extracelular, e células. Eles fornecem um papel mecânico, sendo responsáveis pelo estabelecimento e manutenção da forma do corpo. Essa função é determinada por um conjunto de moléculas, a matriz extracelular, que conecta as células e os órgãos, dando suporte ao corpo.

ORIGEM

O tecido conjuntivo se origina do mesênquima, que é um tecido embrionário formado por células alongadas, as **células mesenquimais**.

As células mesenquimais são caracterizadas por um núcleo oval, com cromatina fina e nucléolo proeminente. Elas contêm muitos prolongamentos citoplasmáticos e são imersas em matriz extracelular abundante e viscosa com poucas fibras.

O mesênquima se origina principalmente a partir do folheto embrionário intermediário, o mesoderma. As células mesênquimas migram de seu sítio de origem e envolvem e penetram os órgãos em desenvolvimento. Além de

originarem todos os tecidos de células do tecido conjuntivo, dão origem às células do sangue, dos vasos sanguíneos e dos tecidos musculares.

COMPONENTES E CARACTERÍSTICAS

Matriz extracelular: é o principal componente do tecido conjuntivo, que consiste em combinação de proteínas fibrosas e um conjunto de macromoléculas hidrofílicas e adesivas, que compõem a substância fundamental.

Fibras: compostas principalmente de colágeno, constituem tendões, cápsulas de órgãos, aponeuroses e meninges. Também formam o componente mais resistente do estroma (tecido de sustentação) dos órgãos, constituindo trabéculas e paredes existentes dentro de vários órgãos.

As fibras do sistema elástico podem oferecer resistência ou elasticidade aos tecidos, evidenciando suas características funcionais variáveis.

Substância fundamental: é um complexo viscoso altamente hidrofílico de macromoléculas aniônicas, glicosaminoglicanos e proteoglicanos e glicoproteínas multiadesivas, como laminina, fibronectina, entre outras. As glicoproteínas se ligam a proteínas receptoras (integrinas) que se encontram na superfície das células e também a outros componentes da matriz, fornecendo, dessa maneira, força tênsil e rigidez à matriz.

Por apresentar uma ampla variedade de moléculas, o tecido conjuntivo também desempenha papéis biológicos, como o de reserva de muitos fatores de crescimento que controlam a proliferação e a diferenciação celular. Sua matriz também atua como um meio pelo quais os nutrientes e catabólitos são trocados entre células e seu suprimento sanguíneo.

Devido à grande diversidade em sua composição e à proporção de seus componentes (células, fibras e substância fundamental), é estabelecida uma variedade de tipos de tecidos conjuntivos no organismo, tendo como consequência uma diversidade estrutural e funcional e diferentes doenças que afetam esses tecidos.

CÉLULAS DO TECIDO CONJUNTIVO

Os tecidos conjuntivos apresentam diferentes tipos de células, com variadas funções. Seus principais papéis estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Células do Tecido Conjuntivo

Célula	Principais funções
Fibroblastos	Produzem moléculas da matriz extracelular
Condrócitos	Produzem moléculas da matriz extracelular
Osteócitos	Produzem moléculas da matriz extracelular
Linfócitos	Atuam na resposta imunológica
Plasmócitos	Produzem anticorpos
Neutrófilos	Fagocitam substâncias e organismos estranhos
Macrófagos	Fagocitam substâncias e organismos estranhos; apresentadora de antígeno; secreta citocinas e mediadores da inflamação
Mastócitos	Atuam em reações alérgicas e liberam substâncias farmacologicamente ativas
Basófilos	Atuam em reações alérgicas e liberam substâncias farmacologicamente ativas
Células adiposas	Reserva de energia e produção de calor

Células como os fibroblastos se originam localmente a partir de uma célula mesenquimal indiferenciada e permanecem por toda a sua vida no tecido conjuntivo. Já células como mastócitos, macrófagos e plasmócitos se originam de uma célula-tronco hemocitopoética da medula óssea, circulam no sangue e se movem para o tecido conjuntivo, onde exercem suas funções. Leucócitos também se originam na medula e, em geral, migram para o tecido conjuntivo, mas nele permanecem por poucos dias.

Fibroblastos e fibrócitos: essas células sintetizam as fibras de colágeno e elastina, além de glicosaminoglicanos, proteoglicanos e glicoproteínas multiadesivas, que participarão da matriz extracelular. Também produzem os fatores de crescimento, que controlam a proliferação e diferenciação celular.

Os fibroblastos são as células mais comuns do tecido conjuntivo e são capazes de modular sua capacidade metabólica, que cai se refletir sua morfologia. Raramente se dividem em pessoas adultas, exceto quando o organismo necessita de fibroblastos adicionais. Quando apresentam intensa atividade de sínteses são

denominados fibroblastos, enquanto as células metabolicamente quiescentes são conhecidas como fibrócitos.

- **Fibroblastos:** apresentam citoplasma abundante, com muitos prolongamentos. Têm núcleo ovoide, grande e pouco corado, com cromatina fina e nucléolo proeminente. Seu citoplasma é basófilo e rico em retículo endoplasmático granuloso, possui complexo de Golgi muito desenvolvido e maior quantidade de mitocôndrias e gotículas de lipídios.
- **Fibrócitos:** são menores e mais delgados, possuem poucos prolongamentos citoplasmáticos e tendem a ser fusiformes. Seu núcleo é menor, mais escuro e alongado quando comparado aos fibroblastos, e seu citoplasma tem pouca quantidade de retículo endoplasmático granuloso.

Macrófagos: apresentam capacidade de fagocitose e características morfológicas variáveis, que dependem de seu estado de atividade funcional e do tecido que localizam.

Essas células derivam de células precursoras da medula óssea que se dividem, produzindo os monócitos que circulam no sangue. Em seguida, os monócitos ultrapassam as paredes de vênulas periféricas e capilares e penetram o tecido conjuntivo, onde amadurecem e adquirem características funcionais e morfológicas de macrófagos. Os macrófagos dos tecidos podem proliferar localmente e produzir novas células.

Os macrófagos estão presentes na maior parte dos órgãos e compõem o sistema fagocitário mononuclear. Em alguns locais, recebem nomes especiais, como:

- Células de Kupffer (fígado).
- Micróglia (sistema nervoso central).
- Células de Langerhans (pele).
- Osteoclastos (tecido ósseo).

A transformação de monócitos para macrófagos promove:

- Aumento no tamanho da célula e na síntese de proteína.
- Maior concentração de complexo de Golgi, lisossomos, microtúbulos e microfilamentos.

Mastócitos: são amplamente distribuídos pelo corpo, mas localizam-se principalmente na derme e nos tratos digestivo e respiratório. Possuem como principais funções:

- Estocar mediadores químicos da resposta inflamatória em seus grânulos secretores.
- Participar de reações imunes, além de ter papel importante em inflamações, reações alérgicas e infestações parasitárias.

Existem pelo menos duas populações de mastócitos no tecido conjuntivo:

- **Mastócito do tecido conjuntivo** é encontrado na pele e na cavidade peritoneal e possui grânulos com heparina (substância anticoagulante).
- **Mastócito da mucosa** é encontrado na mucosa intestinal e nos pulmões, com grânulos que contêm sulfato de condroitina.

Os mastócitos contêm em sua superfície receptores específicos para imunoglobulina E (IgE), produzida pelos plasmócitos.

A origem dessas células se dá por meio de precursores hematopoéticos, situados, a princípio, na medula óssea, que partem para a circulação sanguínea e, posteriormente, cruzam as paredes de vênulas e capilares; penetrando, desta forma, nos tecidos, onde se proliferam e se diferenciam.

Plasmócitos: são células grandes e ovoides com citoplasma basófilo devido ao abundante retículo endoplasmático granuloso. O complexo de Golgi e os centríolos se localizam próximos ao núcleo.

Os plasmócitos são encontrados em menor quantidade no tecido conjuntivo normal, exceto nos locais sujeitos à entrada de bactérias e proteínas estranhas, são abundantes nas inflamações crônicas.

Leucócitos: essas células podem ser conhecidas como glóbulos brancos e possuem a capacidade de migrar através da parede de capilares e vênulas pós-capilares, do sangue para os tecidos conjuntivos através da **diapedese**.

O processo de diapedese aumenta muito durante invasões locais de microrganismos, pois os leucócitos são células especializadas na defesa contra microrganismos agressores. Contudo, os leucócitos não retornam ao sangue após terem residido no tecido conjuntivo, exceto os linfócitos.

Células adiposas: são células especializadas no armazenamento de energia em forma de gorduras neutras.

FIBRAS DO TECIDO CONJUNTIVO

As fibras dos tecidos conjuntivos são formadas por proteínas que se polimerizam, formando estruturas alongadas. Há três tipos de fibras no tecido conjuntivo:

- Colágenas.
- Reticulares.
- Elásticas.

As fibras colágenas e as reticulares são constituídas por colágeno, e as fibras elásticas, por elastina. Em adição, existem dois sistemas de fibras:

- **Sistema colágeno:** constituído por fibras colágenas e reticulares.
- **Sistema elástico:** constituído por fibras elásticas.

As características morfológicas e funcionais dos tecidos se devem ao tipo predominante de fibras presentes.

Sistema colágeno

- **Fibras colágenas:** são constituídas por colágeno (proteína). Diferentes tipos dessas fibras são encontrados na pele, nas cartilagens, nos músculos lisos, nos ossos e nas lâminas basais. O colágeno é o tipo de proteína mais abundante do organismo (compõe cerca de 30% de seu peso seco). As fibras colágenas constituem uma família de proteínas produzidas por variadas células e se diferenciam por sua composição química, suas funções, suas características morfológicas, sua distribuição e suas patologias. A formação dessas proteínas se dá por meio da polimerização de tropocolágeno. O tropocolágeno consiste em três subunidades arranjadas em tríplice hélice. A sequência de aminoácidos de todos os colágenos é reconhecida por conter o aminoácido glicina repetido a cada terceira posição da sequência.
- **Fibras de colágeno tipo I:** são as fibras mais numerosas no tecido conjuntivo e possuem cor branca, dando essa cor aos tecidos em que predominam (aponeuroses e tendões). Essas fibras são constituídas por moléculas alongadas arranjadas paralelamente umas às outras, sendo estruturas longas e com percurso sinuoso e, por isso, é difícil estudar suas

características morfológicas plenas em cortes histológicos. Ao microscópio de luz, são acidófilas e se coram em rosa pela eosina.

- **Fibras reticulares:** são formadas predominantemente por colágeno do tipo III associado a elevado teor de glicoproteínas e proteoglicanos. São extremamente finas e formam uma rede extensa em determinados órgãos. Essas fibras são abundantes em:
 - Músculo liso.
 - Endoneuro.
 - Órgãos hematopoiéticos, como:
 - Baço.
 - Medula óssea vermelha.
 - Nódulos linfáticos.

Constituem uma rede delicada em torno de células de órgãos parenquimatosos (glândulas endócrinas).

Sistema elástico

É composto por três tipos de fibras: oxitalânicas, elásticas e elaunínicas

- **Fibras oxitalânicas:** são microfibrilas e não têm elasticidade, mas são muito resistentes a forças de tração.
- **Fibras elásticas:** são ricas em elastina e podem se distender com facilidade quando tracionadas, podendo ser esticadas sem ruptura em cerca de 150% do seu comprimento.
- **Fibras elaunínicas:** são formadas por proteína elastina entre as microfibrilas oxitalânicas.

Devido às diferentes proporções de elastina e microfibrilas oxitalânicas, o sistema elástico constitui uma família de fibras com características funcionais variáveis, podendo se adaptar às necessidades locais dos tecidos, como é o caso das estruturas encontradas ao redor das glândulas sudoríparas, na derme, ou mesmo formando a parede dos vasos sanguíneos.

SUBSTÂNCIA FUNDAMENTAL

A substância fundamental é uma mistura complexa altamente hidratada de moléculas aniônicas (glicosaminoglicanos e proteoglicanos) e glicoproteínas multiadesivas. Essa mistura é incolor e transparente e preenche os espaços entre as células e fibras do tecido conjuntivo. Devido à sua viscosidade, atua como lubrificante e como barreira para a penetração de microrganismos invasores.

- Os glicosaminoglicanos (munopolissacarídeos ácidos) são polímeros lineares formados por unidades repetidas dissacarídicas compostas em geral de ácido urônico e de uma hexoamina. A hexoamina pode ser a glicosamina ou a galactosamina, e o ácido urônico pode ser o ácido glicurônico ou ácido idurônico.
- Os proteoglicanos são compostos por um eixo proteico associado a um ou mais dos quatro tipos de glicosaminoglicanos: sulfato de dermatana, sulfato de condroitina, sulfato de queratana e sulfato de heparana. São estruturas altamente hidratadas por uma espessa camada de água de solvatação que envolve a molécula e, assim, são altamente viscosos e preenchem grandes espaços nos tecidos.
- Além de atuar como componentes estruturais da matriz extracelular e ancorar células à matriz, tanto proteoglicanos de superfície como aqueles da matriz extracelular se ligam, também, a fatores de crescimento.
- **Glicoproteínas multiadesivas:** são compostos de proteínas ligadas a cadeias de glicídios (estrutura muito ramificada). Não somente apresentam papel na interação entre células adjacentes nos tecidos adultos e embrionários como ajudam as células a aderirem sobre seus substratos.
- **Fibronectina:** glicoproteína sintetizada pelos fibroblastos e por algumas células epiteliais. Apresentam sítios de ligação para células, colágeno e glicosaminoglicanos.
- **Laminina:** glicoproteína de alta massa molecular que participa na adesão de células epiteliais à sua lâmina basal.

FLUIDO TISSULAR

O fluido é um componente presente em pequena quantidade nos tecidos conjuntivos, sendo semelhante ao plasma sanguíneo quanto ao conteúdo em íons e substâncias difusíveis. Contém uma pequena porcentagem de proteínas

plasmáticas de baixo peso molecular que passam através da parede dos capilares para os tecidos como resultado da pressão hidrostática do sangue.

O sangue leva nutrientes necessários para as células até o tecido conjuntivo e leva de volta para órgãos de desintoxicação e excreção produtos de refugo do metabolismo celular.

TIPOS DE TECIDOS CONJUNTIVOS

Tecido conjuntivo propriamente dito (TCPD): o TCPD é dividido em duas classes:

- Frouxo.
- Denso.

Tecido conjuntivo frouxo: suporta estruturas normalmente sujeitas a pressão e atritos pequenos, sendo muito comum que preencha espaços entre grupos de células musculares, suporte células epiteliais e forme camadas em torno dos vasos sanguíneos. Esse tecido também é encontrado em:

- Papilas da derme.
- Hipoderme.
- Membranas serosas que revestem cavidades peritoneais e pleurais.
- Glândulas.

O TCPD frouxo contém todos os elementos estruturais, não havendo nenhuma predominância de qualquer dos componentes. Todos os tipos celulares do tecido conjuntivo estão presentes, mas prevalecem os fibroblastos e macrófagos. Também estão presentes as fibras dos sistemas colágeno e elástico. O tecido possui uma consistência delicada e é flexível, bem vascularizado e pouco resistente a trações.

Tecido conjuntivo denso: oferece resistência e proteção aos tecidos, sendo formado pelos mesmos componentes do tecido citado anteriormente. Entretanto, apresenta menos células e uma predominância de fibras colágenas. É menos flexível e mais resistência à tensão.

Quando as fibras colágenas são organizadas em feixes sem orientação definida, é chamado de **tecido conjuntivo denso não modelado**. Nele, as fibras

formam uma trama tridimensional que oferece resistência às trações exercidas em qualquer direção.

O **tecido conjuntivo denso modelado** possui feixes de colágeno paralelos uns aos outros e alinhados com os fibroblastos. É um tecido que formou suas fibras colágenas em resposta às forças de tração exercidas em determinado sentido, onde os fibroblastos, em respostas a forças que normalmente atuam sobre os tecidos, orientam as fibras que produzem de modo a oferecer o máximo de resistência a essas forças. O exemplo mais comum de tecido conjuntivo denso modelado são os tendões. Eles são estruturas alongadas, brancas e inextensíveis, que conectam os músculos estriados aos ossos. São formados por feixes densos e paralelos de colágeno separados por pouca quantidade de substância fundamental.

Os feixes de colágeno do tendão, feixes primários, agrupam-se em feixes maiores, feixes secundários, que são envolvidos por tecido conjuntivo frouxo com vasos sanguíneos e nervos. E, por fim, o tendão é envolvido externamente por tecido conjuntivo denso.

Tecido elástico: esse tecido é composto por feixes espessos e paralelos de fibras elásticas. Os espaços entre elas são preenchidos por fibras delgadas de colágeno e fibrócitos. Devido à ampla quantidade de fibras elásticas, esse tecido apresenta cor amarela e grande elasticidade. Não é muito frequente no organismo e está presente nos ligamentos amarelos da coluna vertebral e no ligamento suspensor do pênis.

Tecido reticular: é muito delicado e forma uma rede tridimensional que suporta as células de alguns órgãos. É formado por fibras reticulares associadas a células reticulares (fibroblastos especializados). Esse tecido cria um ambiente especial para órgãos linfóides e hematopoiéticos. As células reticulares são dispersas ao longo da matriz e cobrem parcialmente, com seus prolongamentos citoplasmáticos, as fibras e a substância fundamental. Por fim, tem-se a formação de uma estrutura trabeculada, na qual as células e fluidos se movem livremente.

Tecido mucoso: esse tecido possui consistência gelatinosa devido à dominância de matriz composta principalmente de ácido hialurônico com poucas fibras. É o principal componente do cordão umbilical, no qual é denominado geleia de Wharton, e também está presente na polpa jovem dos dentes.

Lâmina: pele fina

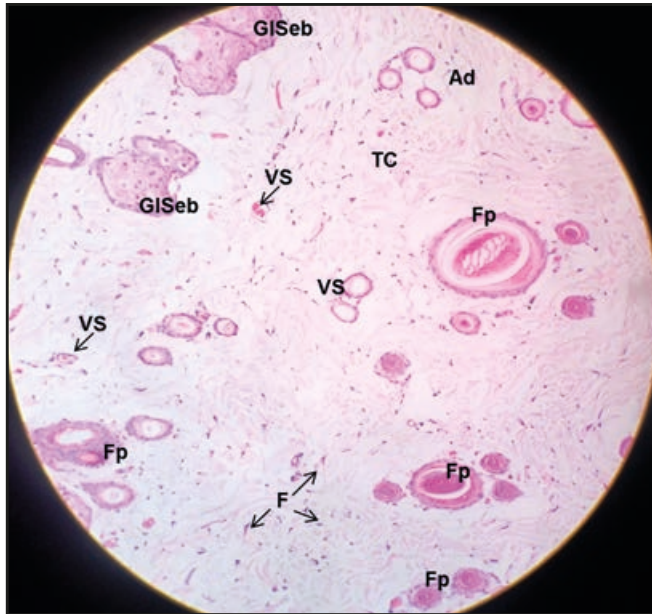


Figura 13 – Tecido conjuntivo – pele fina. TC: tecido conjuntivo; VS: vaso sanguíneo; GISeb: glândula sebácea; Fp: folículo piloso; F: fibrócitos; Ad: adipócitos. Ampliação: 100x. (HE).

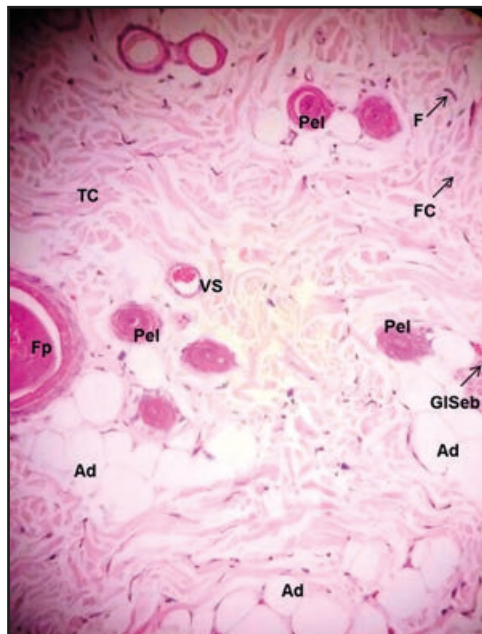


Figura 14 – Tecido conjuntivo – pele fina. TC: tecido conjuntivo; VS: vaso sanguíneo; Fp: folículo piloso; Pel: pelo; GISeb: glândula sebácea; F: fibrócitos; FC: fibras colágenas; Ad: adipócitos. Ampliação: 100x. (HE).

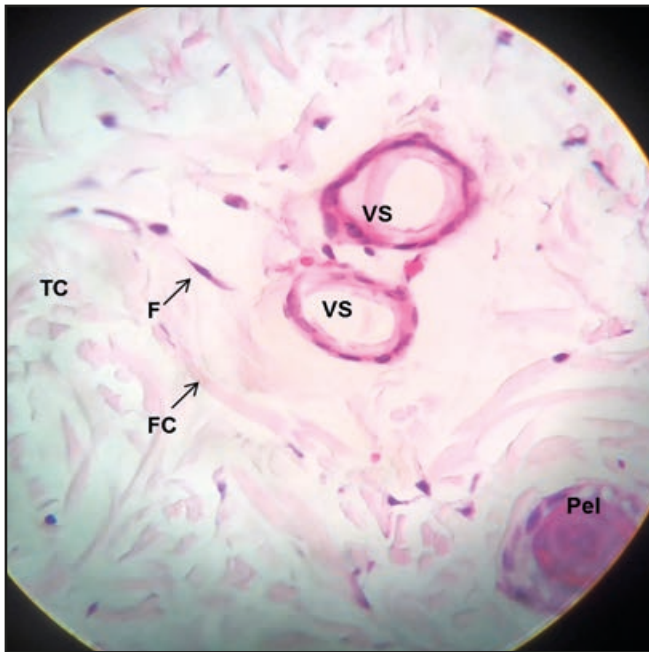


Figura 15 – Tecido conjuntivo – pele fina. TC: tecido conjuntivo; VS: vaso sanguíneo; Pel: pelo; F: fibrócitos; FC: fibras colágenas. Ampliação: 400x. (HE).

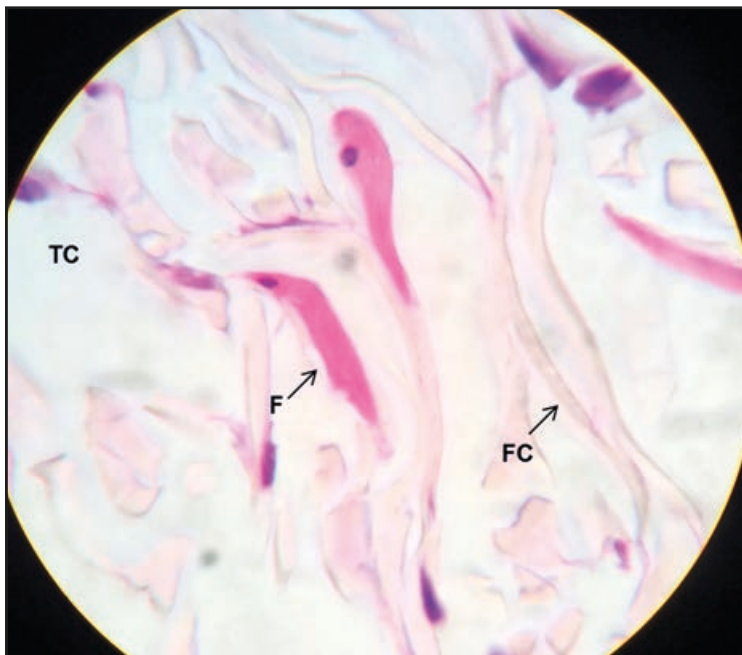


Figura 16 – Tecido conjuntivo – pele fina. TC: tecido conjuntivo; F: fibrócitos; FC: fibras colágenas. Ampliação: 1.000x. (HE).

A pele fina é encontrada no corpo inteiro, exceto nas palmas das mãos e nas plantas dos pés. Ao menor aumento, observam-se as três camadas da pele: epiderme, derme e hipoderme. A epiderme é constituída por um epitélio pavimentoso estratificado queratinizado. Abaixo da epiderme encontra-se a derme, constituída por um tecido conjuntivo. Os fibroblastos (F) são o tipo celular predominante e encontram-se entre os feixes de fibras colágenas (FC) e elásticas (FE). Além dos vasos sanguíneos (VS) e linfáticos e dos nervos, também são encontradas na derme de uma pele fina as seguintes estruturas: folículos pilosos, pelos e glândulas sebáceas e sudoríparas.

Lâmina: pele grossa

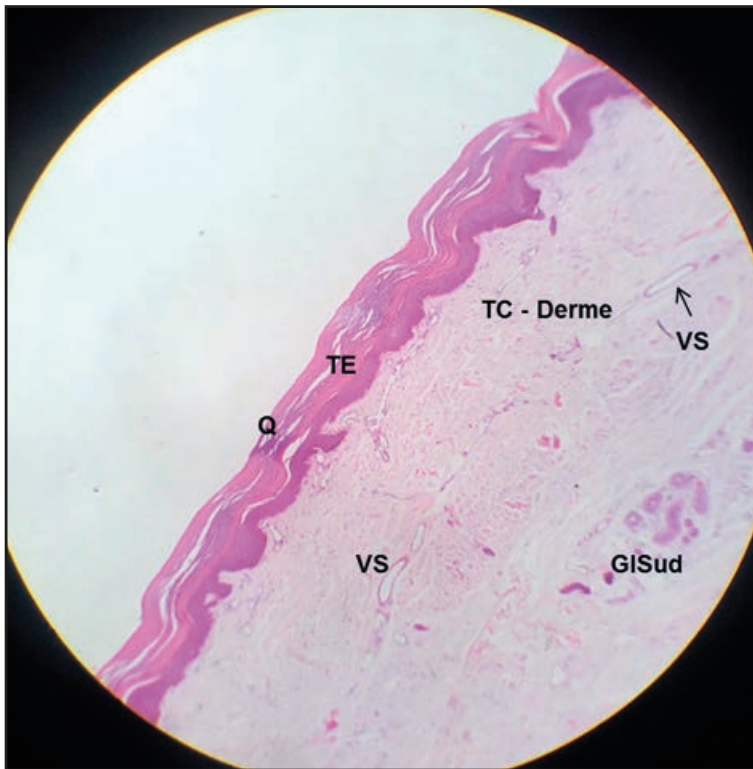


Figura 17 – Tecido conjuntivo – pele grossa. TE: tecido epitelial espesso; Q: queratina; TC: tecido conjuntivo (derme); VS: vaso sanguíneo; GISud: glândula sudorípara. Ampliação: 40x. (HE).

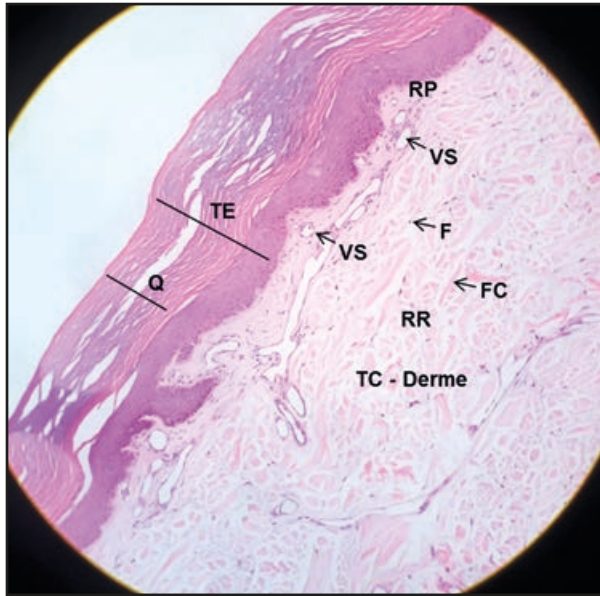


Figura 18 – Tecido conjuntivo – pele grossa. TE: tecido epitelial espesso; Q: queratina; TC: tecido conjuntivo (derme); VS: vaso sanguíneo; RP: região papilar; RR: região reticular. Ampliação: 100x. (HE).

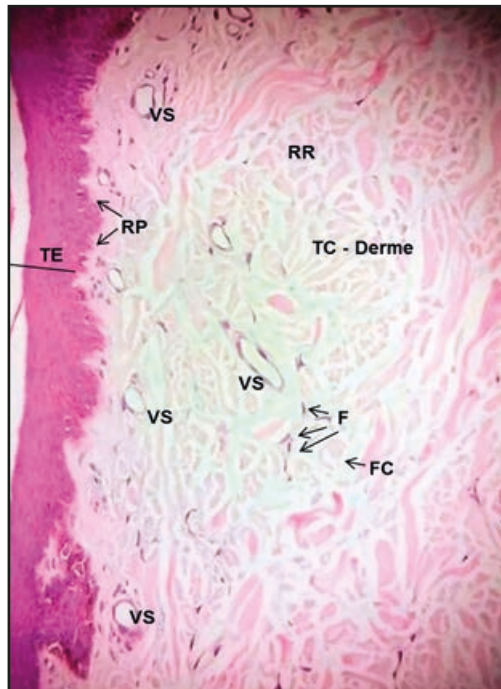


Figura 19 – Tecido conjuntivo – pele grossa. TE: tecido epitelial espesso; TC: tecido conjuntivo (derme); VS: vaso sanguíneo; F: fibrócitos; FC: fibra colágena; RP: região papilar; RR: região reticular. Ampliação: 100x. (HE).

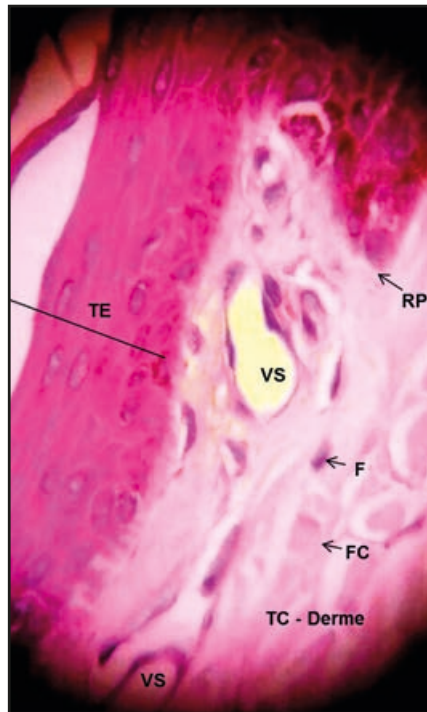


Figura 20 – Tecido conjuntivo – pele grossa. TE: tecido epitelial espesso; TC: tecido conjuntivo (derme); VS: vaso sanguíneo; RP: região papilar; F: fibrócitos; FC: fibras colágenas. Ampliação: 1.000x. (HE).

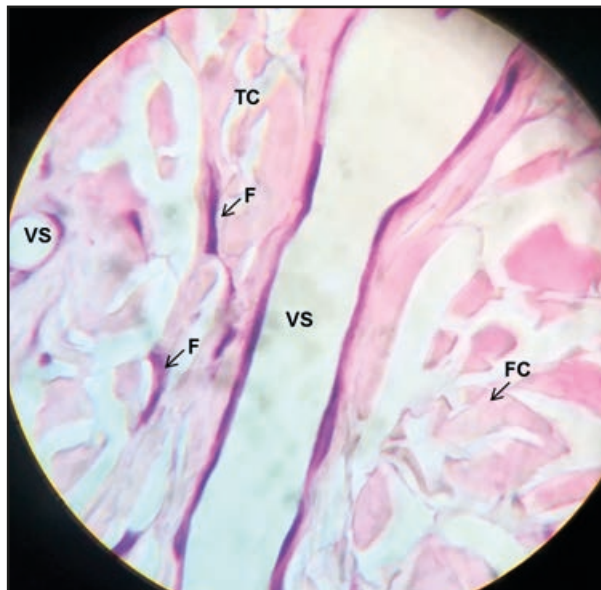


Figura 21 – Tecido conjuntivo – pele grossa. TC: tecido conjuntivo; VS: vaso sanguíneo; F: fibrócitos; FC: fibras colágenas. Ampliação: 1.000x. (HE).

A derme é constituída por duas regiões distintas, que são: a papilar, que é a camada mais superficial, e a reticular, a mais profunda. A região papilar (RP) está localizada logo abaixo das papilas dérmicas e é constituída por tecido conjuntivo frouxo. A região reticular (RR) é constituída por tecido conjuntivo denso não modelado. Além dos vasos sanguíneos (VS) e linfáticos e dos nervos, também são encontradas na derme de uma pele grossa as glândulas sudoríparas. Nesse tecido não são encontrados os folículos pilosos. A hipoderme é formada por tecido conjuntivo frouxo, associado a uma camada variável de tecido adiposo, constituindo o panículo adiposo.

Lâmina: articulação temporomandibular

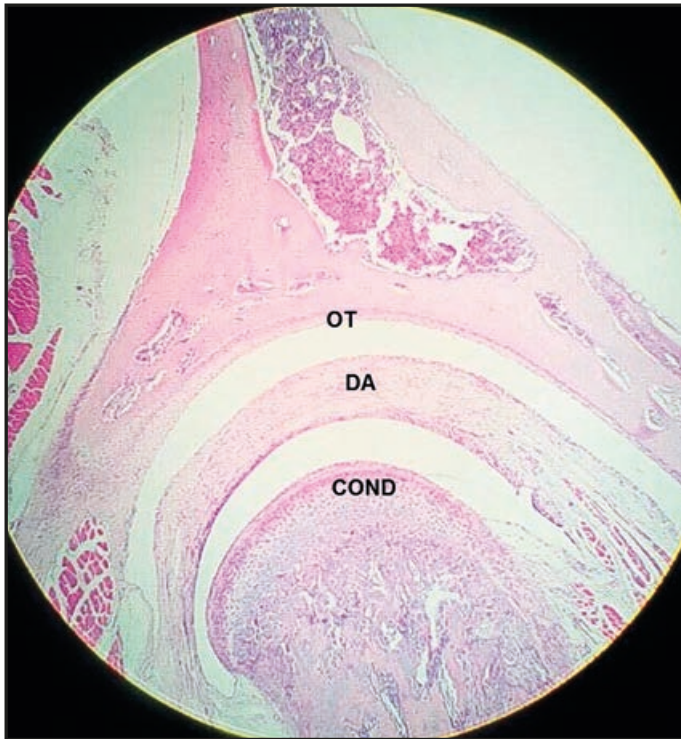


Figura 22 – Tecido conjuntivo – articulação temporomandibular. DA: disco articular; OT: tecido conjuntivo do osso temporal; COND: tecido conjuntivo do côndilo. Ampliação: 40x. (HE)

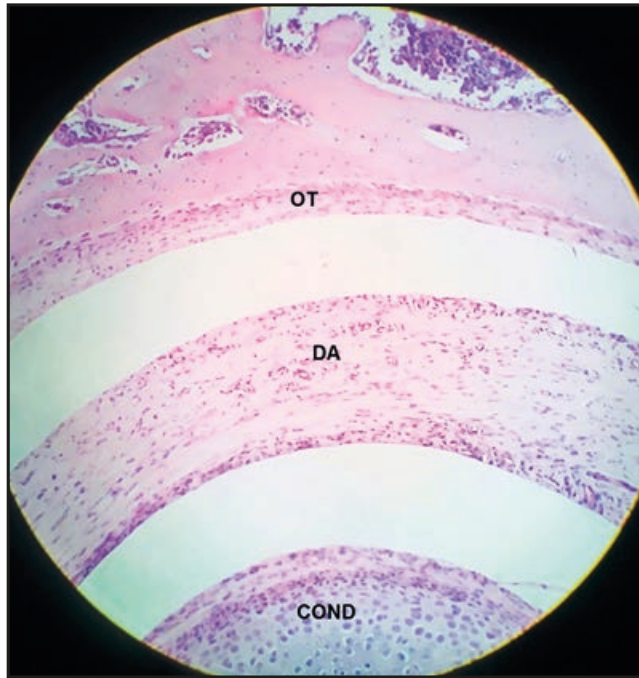


Figura 23 – Tecido conjuntivo – articulação temporomandibular. DA: disco articular; OT: tecido conjuntivo do osso temporal; COND: tecido conjuntivo do côndilo. Ampliação: 100x. (HE).

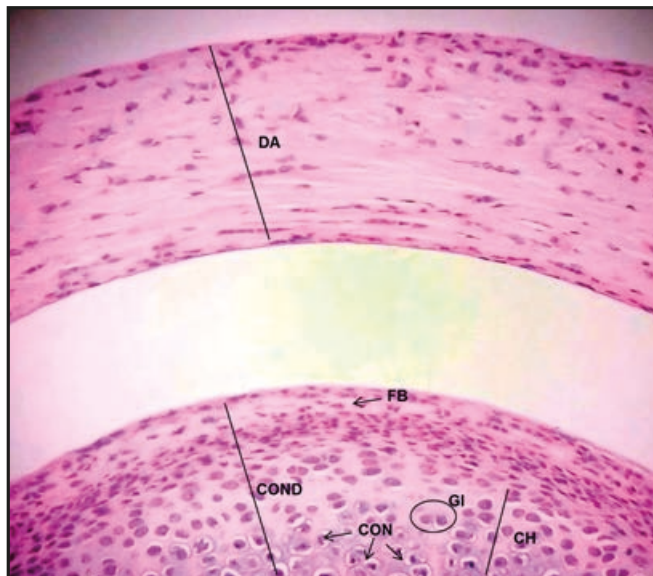


Figura 24 – Tecido conjuntivo da articulação temporomandibular. DA: disco articular; FB: fibroblastos; COND: côndilo; COM: condrócitos; GI: grupo isógenos; CH: cartilagem hialina. Ampliação: 400x. (HE).

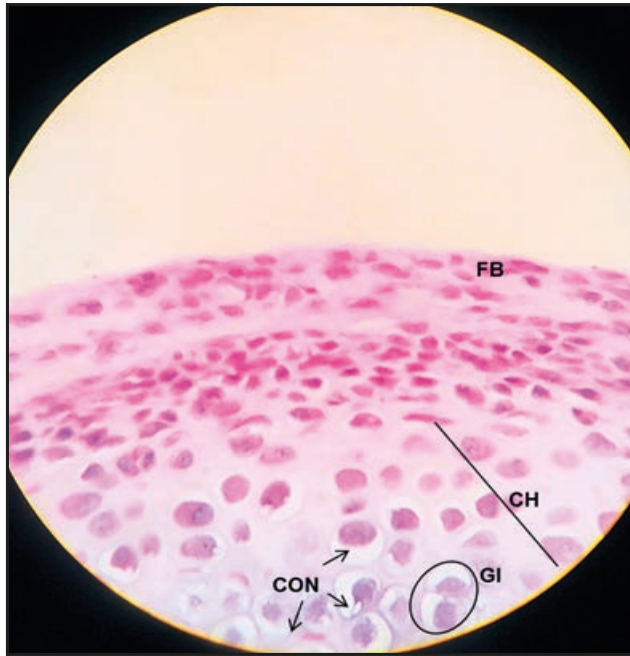


Figura 25 – Tecido conjuntivo que reveste o cômulo. FB: fibroblastos; CON: condrócitos; GI: grupo isógenos; CH: cartilagem hialina. Ampliação: 1.000x. (HE).

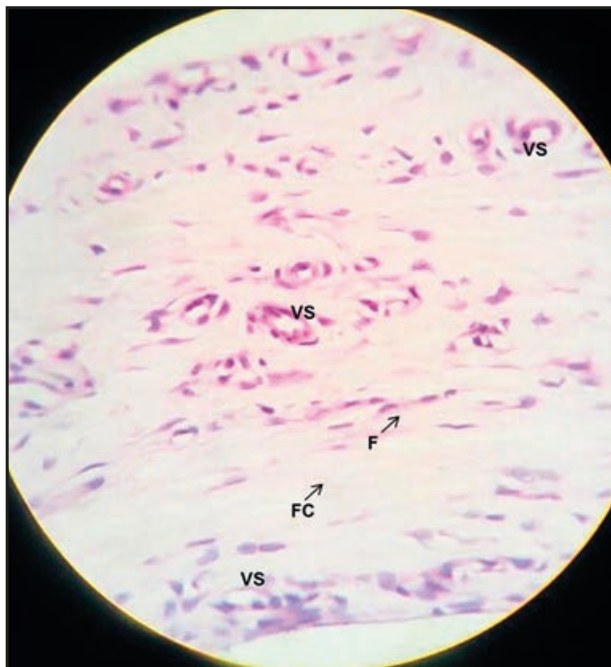


Figura 26 – Disco articular. F: fibrócitos; FC: fibras colágenas; VS: vaso sanguíneo. Ampliação: 1.000x. (HE)

A ATM é classificada como uma articulação sinovial em que uma cápsula de tecido conjuntivo denso circunscreve os componentes ósseos, delimitando suas cavidades, que encerram o líquido sinovial. A produção desse líquido é dependente de uma membrana sinovial, constituída por células conjuntivas especializadas, que revestem grande parte da superfície interna da cápsula, os ligamentos intra-articulares e a porção periférica do disco articular. As superfícies articulares, como o côndilo e osso temporal da articulação temporomandibular, também são revestidas por tecido conjuntivo denso.

