

Biologia Celular

2 Compartimentalização Celular e a Membrana Plasmática Função Vital Básica: Papel da Membrana Plasmática na Interação entre Ambiente e Célula



I. Iniciando a conversa

“Modelo mosaico-fluído”, “permeabilidade seletiva”, “endocitose”... Se até mesmo para o próprio professor de Biologia essa lista de “nomes estranhos” pode parecer assustadora, imagine para os estudantes, não é mesmo?

Por esse motivo, é necessário que o professor auxilie seus estudantes a realmente entenderem como esse “nomes” representam estruturas e funções muito importantes para a o bom funcionamento celular, pois estão relacionados à membrana plasmática.

Aqui podemos levantar um questionamento inicial: a organização celular tem alguma relação direta com o cotidiano do aluno? Certamente existem inúmeras relações. Tais relações podem ser utilizadas como um ótimo estímulo para iniciar as aulas que abordam tal temática.

Pensando-se especialmente na membrana plasmática, podemos abordar a relação entre tal estrutura e saúde. Existe uma doença autoimune no homem denominada de pênfigo (ou “fogo selvagem”) que está intimamente relacionada à problemas em estruturas da membrana. Por agora, clique [aqui](#) e leia um pouco mais sobre tal doença. No final da presente aula, iremos entender mais detalhadamente a relação fogo-selvagem-membrana plasmática.

Os objetivos específicos da presente aula são:

- Subsidiar o professor com informações sobre a membrana plasmática que auxiliem na abordagem do tema em sala de aula de forma a conectá-lo com o dia a dia do estudante;
- Compreender de forma integrada composição, estrutura e funções da membrana plasmática;
- Entender o modelo Mosaico-Fluído;
- Reconhecer a membrana como transdutor de sinal;
- Compreender a seletividade e os principais mecanismos de transporte através da membrana;
- Reconhecer as principais especializações de membrana.

Bom estudo!

1. A membrana plasmática (MP) e suas funções

A membrana plasmática (MP) está presente na superfície de todas as células, sejam elas pró ou eucariontes. Embora possam existir outras estruturas a ela associada, como a parede celular das células vegetais, a membrana plasmática é a barreira primária que controla o tráfego das mais variadas substâncias e estímulos entre os meios intra e extracelular.

A membrana plasmática envolve a célula, define sua extensão, criando um compartimento interno quantitativa e qualitativamente diverso do meio onde se encontra, adequado à manutenção de sua estrutura e às complexas reações bioquímicas que ocorrem em seu interior (Fig. 2.1). Tudo isso é conseguido graças a um controle estrito por ela exercido do que entra e sai da célula, através de suas propriedades de permeabilidade altamente seletivas, que dependem, em grande parte, de componentes específicos existentes na membrana.

Além disso, a MP é capaz de detectar os mais variados estímulos do meio externo, capazes de desencadear respostas fisiológicas internas diversas. Esta notável capacidade permite à célula não só responder adequadamente a variados fatores físicos ou químicos externos, como possibilita a existência de uma complexa comunicação intercelular, essencial para a existência de organismos multicelulares.

A MP ancora, ainda, uma série de proteínas, que atuam não só nesse transporte ou recepção de sinais, mas também como elementos estruturais e em muitas outras atividades funcionais da célula.

2. Unidade de membrana e sua permeabilidade seletiva

O microscópio de luz não pode revelar a presença da MP diretamente, uma vez que sua espessura está abaixo do poder de resolução desse instrumento. Entretanto, muito antes do advento do microscópio eletrônico e das modernas técnicas de bioquímica, já se conheciam muitas informações indiretas sobre a composição e as propriedades fisiológicas da MP, com base em experimentos fisiológicos realizados por alguns estudiosos pioneiros no final do século XIX. Com essas primeiras observações históricas, desde logo ficou patente uma das características mais marcantes da MP que é a **seletividade**: algumas substâncias passam facilmente pela membrana plasmática enquanto outras não passam, ou só o fazem com um gasto energético da própria célula.

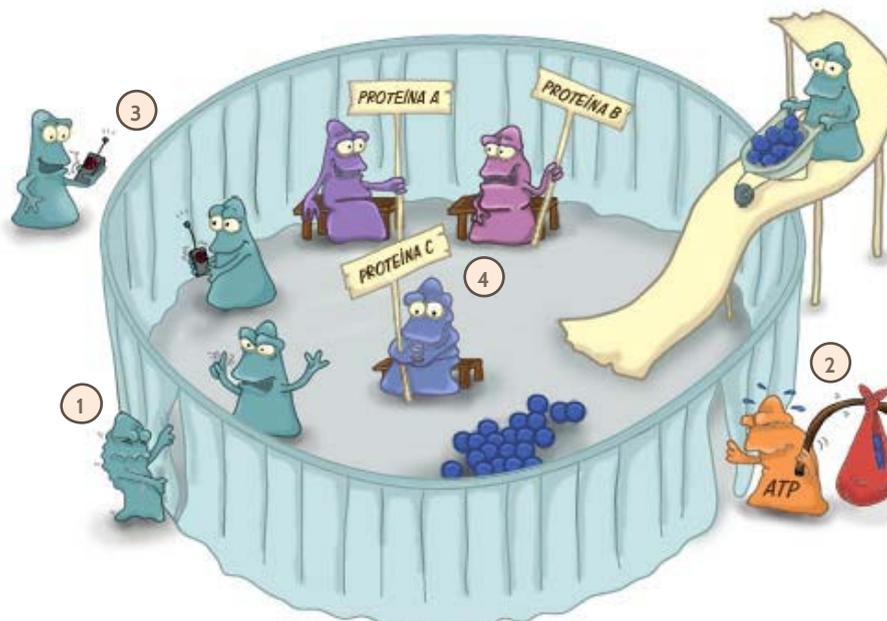


Fig. 2.1: Ilustração das diversas funções desempenhadas pela membrana plasmática, tais como transporte seletivo (1, 2), recepção de sinais (3), ancoramento de proteínas (4).

A seletividade, assim como outras características funcionais inerentes à membrana plasmática, implica que esta estrutura é uma entidade altamente complexa e organizada. Quando as primeiras imagens de microscopia eletrônica com qualidade se tornaram disponíveis na década de 50, as observações da membrana plasmática e de outras membranas biológicas internas mostraram uma organização morfológica paradoxalmente simples e monótonas, na forma de uma estrutura trilamelar, com duas regiões mais densas e uma região interna menos densa, com uma espessura total em torno de 7,5nm. Essa estrutura trilamelar foi denominada unidade de membrana (Fig. 2.2).

Entretanto, logo ficou patente que a estrutura trilamelar da membrana plasmática era, na realidade, uma imagem muito simplificada da membrana, cuja complexidade o microscópio eletrônico não era capaz de resolver, uma vez que ela existe, de fato, mas em nível molecular. Embora a estruturação básica das membranas biológicas seja similar, existem diferenças marcantes na composição e organização de seus constituintes, incluindo as membranas plasmáticas de tipos celulares diferentes.

3. Composição da membrana plasmática

A membrana plasmática, como as demais membranas biológicas, é constituída basicamente por lipídios, proteínas e carboidratos. Na membrana plasmática de eritrócitos (glóbulos vermelhos) de mamíferos, de longe a mais conhecida, cerca de 40% de sua massa total é formada por lipídios, enquanto as proteínas respondem por 52% e os carboidratos, por apenas 8%. Embora essas porcentagens variem bastante de acordo com o tipo celular considerado, pode-se dizer, de um modo geral, que a membrana plasmática apresenta uma composição predominantemente lipoproteica.

Existem diversos tipos de **lipídios** associados a membranas, mas todos eles têm um ponto em comum: são anfipáticos, ou seja, possuem porções hidrofílicas (polares), com afinidade por moléculas de água, e hidrofóbicas (apolares), sem afinidade pela água, na

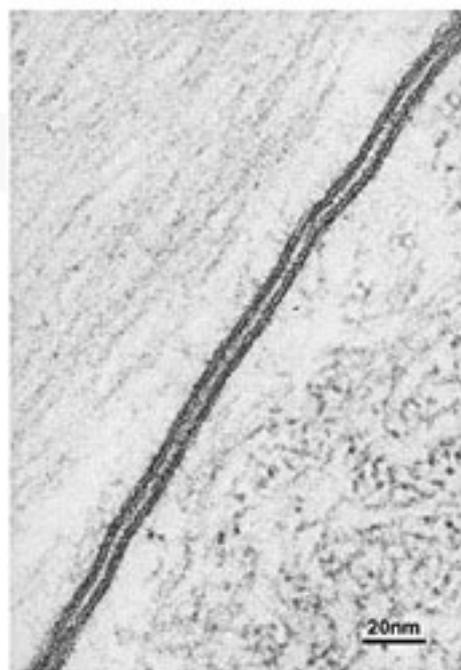


Fig. 2.2: Micrografia eletrônica evidenciando a unidade de membrana.

mesma molécula lipídica. A maioria dos lipídios de membrana contém grupos fosfato, sendo por isso denominados fosfolipídios (Fig. 2.3). Grande parte dos fosfolipídios, como a fosfatidilcolina, são fosfoglicerídeos, derivados do glicerol.

Além dos fosfolipídios, a membrana plasmática é normalmente muito rica em um outro tipo de lipídio – o colesterol – importante na manutenção da estabilidade mecânica da membrana e no seu grau de fluidez (Fig. 2.4).

Os lipídios de membrana, graças às suas propriedades anfipáticas, tendem a se associar, em meio aquoso, na forma de uma dupla camada: as porções hidrofóbicas das moléculas lipídicas de cada uma das camadas ficam voltadas para o interior, em íntima interação, enquanto as extremidades hidrofílicas permanecem voltadas para fora, expostas ao meio aquoso. Assim,

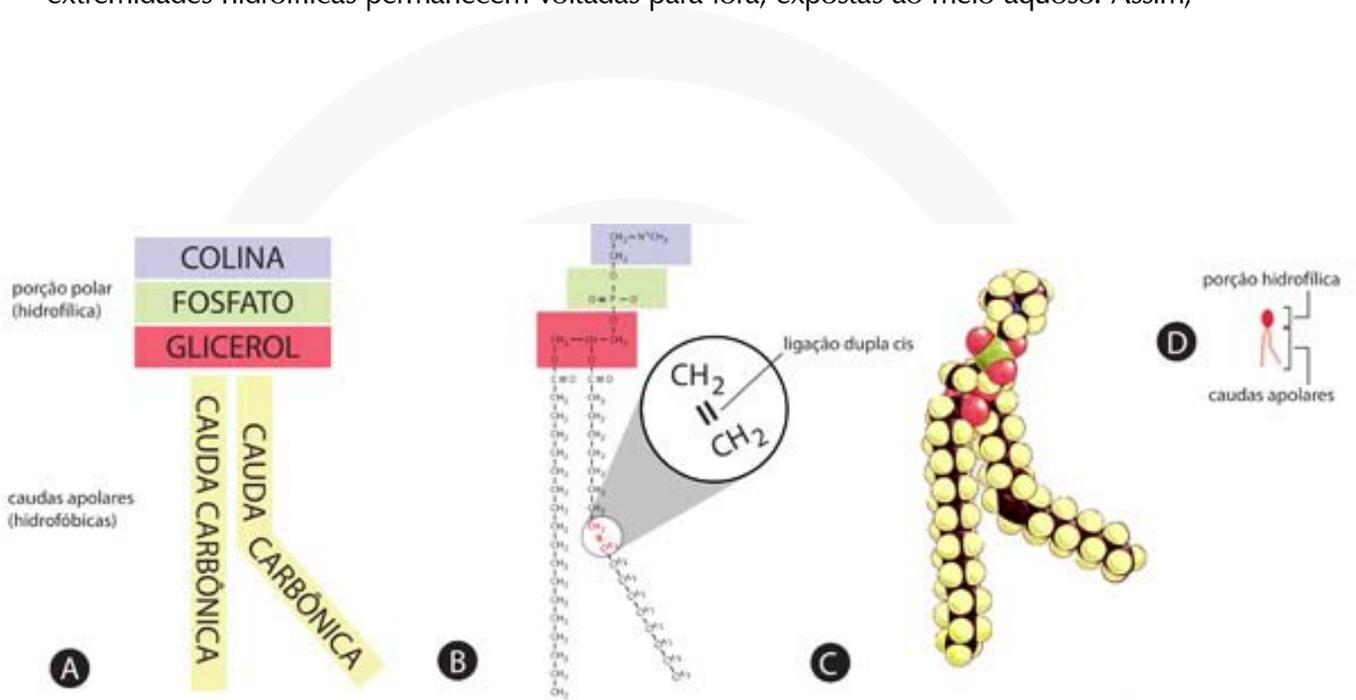


Fig. 2.3: Estrutura molecular de um fosfolipídio (fosfatidilcolina). As caudas apolares (cadeias carbônicas) ligam-se a dois átomos de carbono do glicerol, enquanto que o terceiro carbono do glicerol liga-se a um grupo fosfato e à colina, formando a porção hidrofílica da molécula. Note a presença de uma dupla ligação em uma das caudas carbônicas, ocasionando um dobramento da molécula.

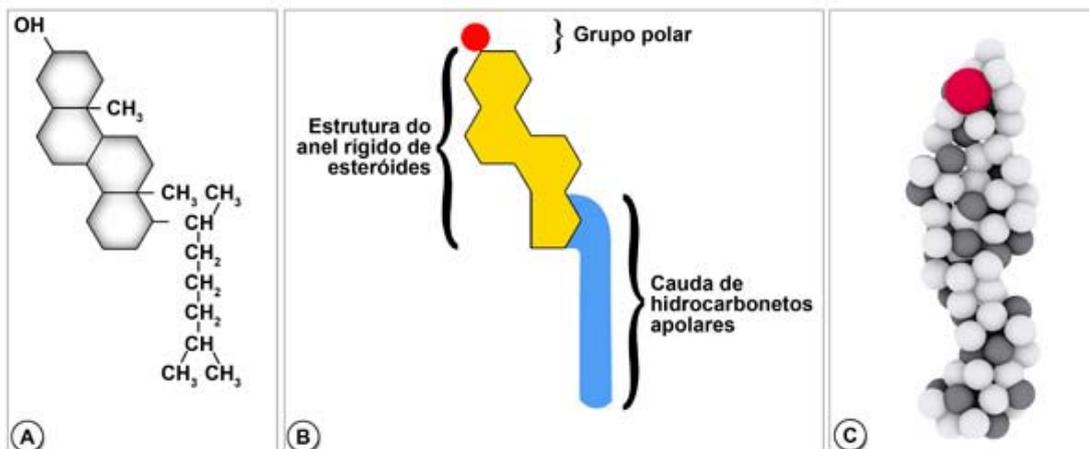


Fig. 2.4: Estrutura molecular do colesterol. Note a presença de uma porção polar hidrofílica (-OH).

quando colocados em meio aquoso, os lipídios anfipáticos formam esferas em bicamada ou, eventualmente, se arranjam em pequenas micelas, de forma espontânea (Fig. 2.5).

Assim, a bicamada lipídica constitui o arcabouço estrutural básico não só da membrana plasmática como de qualquer membrana biológica. Devido ao seu interior hidrofóbico, forma uma barreira altamente impermeável à passagem de íons e da maioria das moléculas hidrofílicas.

4. Propriedades funcionais da membrana plasmática estão associadas ao seu componente proteico

A maior parte das propriedades funcionais da membrana plasmática, como atividades enzimáticas, recepção de sinais e transporte específico de íons e de uma variada classe de moléculas, é devida ao seu **componente proteico**. Isto pode ser bem exemplificado pelo fato de que a maioria das membranas plasmáticas com funções diversificadas possui, em geral, mais de 50% de sua massa em proteínas. Em contraste, nas membranas como as da bainha de mielina dos prolongamentos dos neurônios, que funcionam, principalmente, como meros isolantes na transmissão do impulso nervoso, a porcentagem de proteínas está em torno dos 25%.

5. O modelo Mosaico-Fluido

Os vários componentes da membrana plasmática se associam formando uma estrutura complexa e dinâmica, cujos detalhes só foram desvendados pelos pesquisadores em 1972, com a proposição do Modelo Mosaico-Fluido, idealizado por Nicolson e Singer (Fig. 2.6). Com algumas modificações introduzidas ao longo do tempo, este modelo é o mais aceito atualmente e se baseia em inúmeras

Como vimos no tópico anterior, as proteínas são um componente muito importante da membrana plasmática, sendo as principais responsáveis pela atividade desta membrana. Estas proteínas podem ser classificadas em dois tipos, baseadas em suas características bioquímicas e no modo como são inseridas na bicamada lipídica. A primeira classe é a das proteínas integrantes ou intrínsecas, que atravessam a membrana e possuem regiões bastante hidrofóbicas. A segunda classe é a de proteínas periféricas ou extrínsecas, que se localizam apenas a uma das faces da membrana plasmática, geralmente, ancoradas às proteínas integrantes. Estas proteínas possuem um caráter bastante hidrofílico.

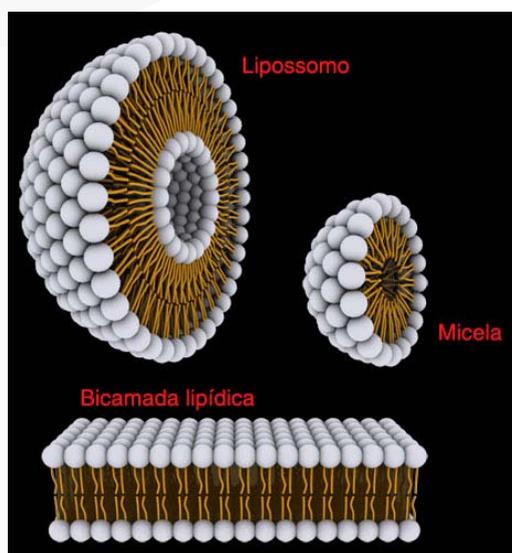


Fig. 2.5: Possíveis conformações adquiridas pelos fosfolipídios em solução aquosa. A disposição mais simples é denominada micela, na qual se forma uma esfera maciça de fosfolipídios de modo a esconder as caudas apolares do meio circundante. Caso haja fosfolipídios suficientes, eles se organizarão em um lipossomo, o qual é formado por uma bicamada lipídica. A membrana plasmática seria pois análoga a um enorme lipossomo.

Além dos lipídios e proteínas, a membrana plasmática apresenta ainda, como vimos, carboidratos em sua composição. Estes carboidratos estão normalmente presentes na membrana na forma de cadeias laterais oligossacarídicas, covalentemente ligadas às proteínas na forma de glicoproteínas ou, mais raramente, aos lipídios, formando glicolipídios (Fig. 2.6).

6. Fluididez e assimetria da membrana plasmática

No moderno conceito de membrana plasmática, existem duas características consideradas marcantes: a fluidez e a assimetria.

A membrana plasmática é hoje encarada como uma entidade extremamente dinâmica, de tal sorte que as moléculas de lipídios e proteínas estão potencialmente livres para executar movimentos laterais dentro do plano da membrana. A fluidez exibida pela membrana é devida, essencialmente, ao seu componente lipídico e depende do grau de saturação de suas moléculas e da quantidade de colesterol presente. A possibilidade de movimentação das moléculas de proteína no plano da membrana, com graus de restrição variáveis, apresenta importantes consequências como, por exemplo, a capacidade de se efetuarem associações transitórias entre proteínas com diferentes funções.

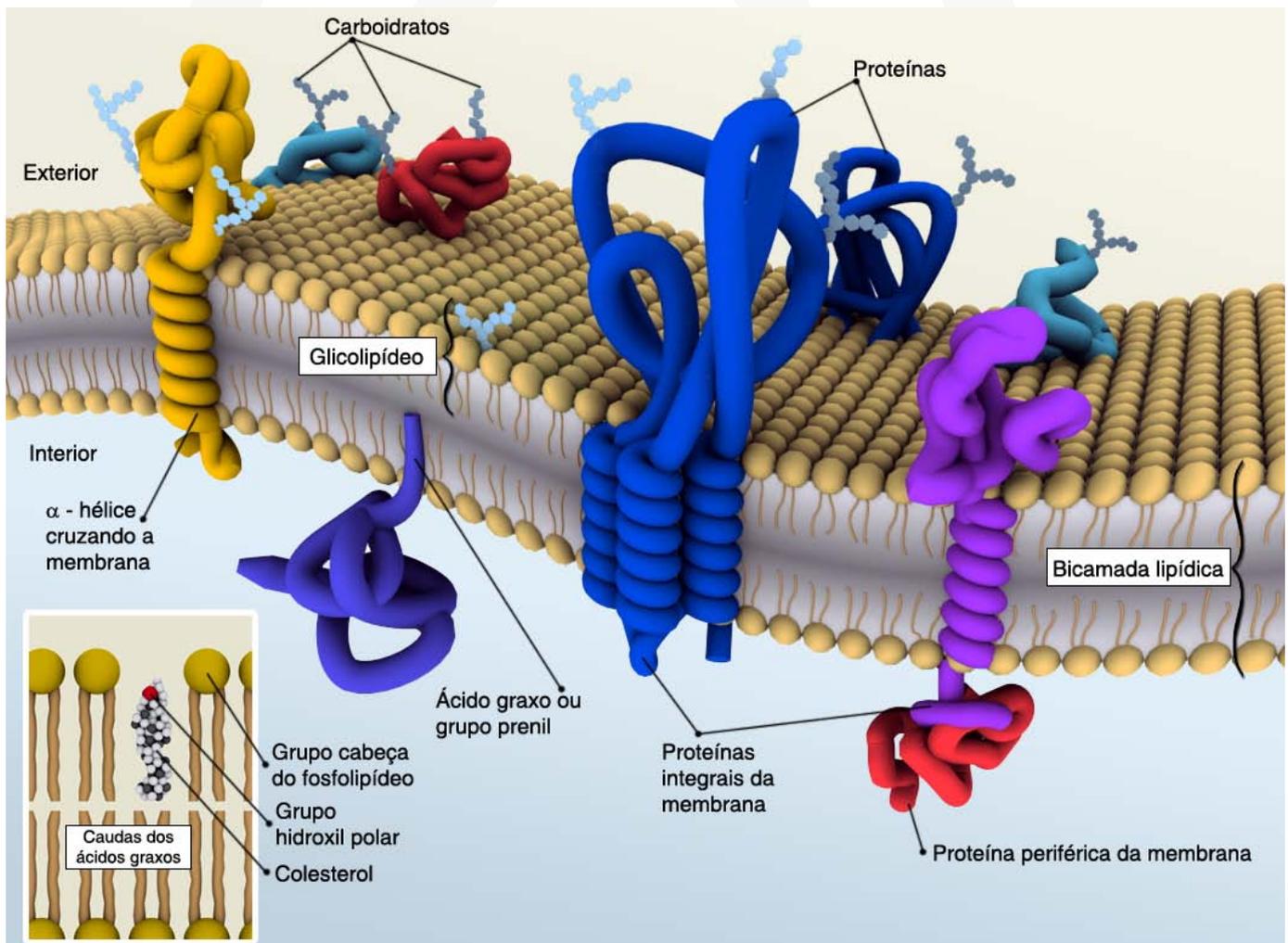


Fig. 2.6: Modelo mosaico fluido proposto em 1972 por Singer & Nicholson. Segundo esse modelo a membrana é formada por uma bicamada lipídica, com inúmeras proteínas integrantes de membrana, proteínas periféricas além de carboidratos associados, tanto aos lipídios (formando glicolipídios), quanto a proteínas (formando glicoproteínas), do lado externo da membrana, constituindo o glicocálix.

Com relação à assimetria, verifica-se que os lipídios de cada uma das camadas que constituem a membrana plasmática, assim como as proteínas inseridas ou associadas a cada uma delas, são marcadamente diferentes. Os carboidratos têm uma distribuição ainda mais assimétrica, uma vez que as cadeias oligossacarídicas das glicoproteínas ou glicolipídios estão localizadas apenas na face da membrana voltada para o meio extracelular. Esta zona periférica da membrana plasmática, normalmente rica em carboidratos, é conhecida como glicocálix. O glicocálix exerce funções celulares de grande importância, como as relacionadas com fenômenos de interação celular e na determinação de algumas especificidades antigênicas (Fig. 2.7).

O Modelo Mosaico-Fluido da membrana plasmática está fortemente embasado em várias

7. A membrana como transdutor de sinal

Muitas das interações funcionais entre as células e determinados agentes extracelulares, como é o caso dos neurotransmissores e alguns tipos de hormônios, ocorrem através da ligação específica desses agentes, denominados **ligantes**, com certas proteínas integrantes da membrana plasmática (MP), conhecidas como **receptores**. Como resultado desse acoplamento ligante-receptor, desencadeia-se uma série de respostas intracelulares que levam a determinadas alterações fisiológicas da célula. Assim, o agente desencadeante pode interagir com a membrana plasmática e provocar alterações funcionais internas da

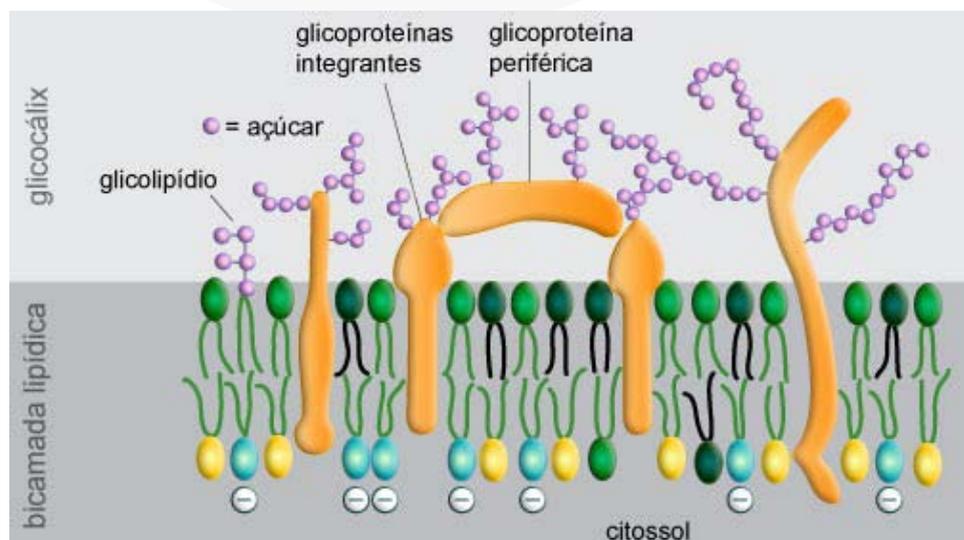


Fig. 2.7: Assimetria da membrana plasmática, representada pela distribuição diferencial de fosfolípidios entre as monocamadas, a presença de carboidratos (açúcares) somente na face externa da membrana, formando o glicocálix, e o posicionamento variável das proteínas.

célula, sem que necessite adentrá-la. A membrana plasmática atua, pois, como um transdutor, capaz de transformar um tipo de sinal em outro.

Um exemplo típico dessa interação é o mecanismo de ação do hormônio adrenalina (Fig. 2.8). Este hormônio, liberado na circulação sanguínea pelas células da supra-renal, particularmente em situações de estresse, pode se ligar a receptores específicos localizados na MP de alguns tipos celulares, como as células do músculo esquelético. O resultado desta ligação é a ativação (através de um complexo protéico intermediário - a proteína G) de uma proteína enzimática também associada à MP, a adenilciclase, que catalisa a transformação intracelular de ATP em AMP cíclico.

A consequência final do aumento da concentração de AMP cíclico no interior da célula é o estímulo da atividade da enzima glicogênio fosforilase, que quebra o glicogênio em glicose, posteriormente utilizada, principalmente, na via glicolítica e no ciclo de Krebs como fonte de energia. O hormônio glucagon, produzido pelo pâncreas, atua de forma semelhante nas células do fígado (hepatócitos). O sistema todo é “desligado” por ação enzimática que desativa o AMP cíclico, até novo estímulo.

Nesta situação, a fluidez da membrana é importante para o livre deslocamento lateral das proteínas envolvidas no processo. Em alguns casos, entretanto, o movimento lateral das proteínas pode ser restrito por associação com proteínas periféricas citossólicas ou por elementos do citoesqueleto. É o que é observado em certas proteínas transportadoras da

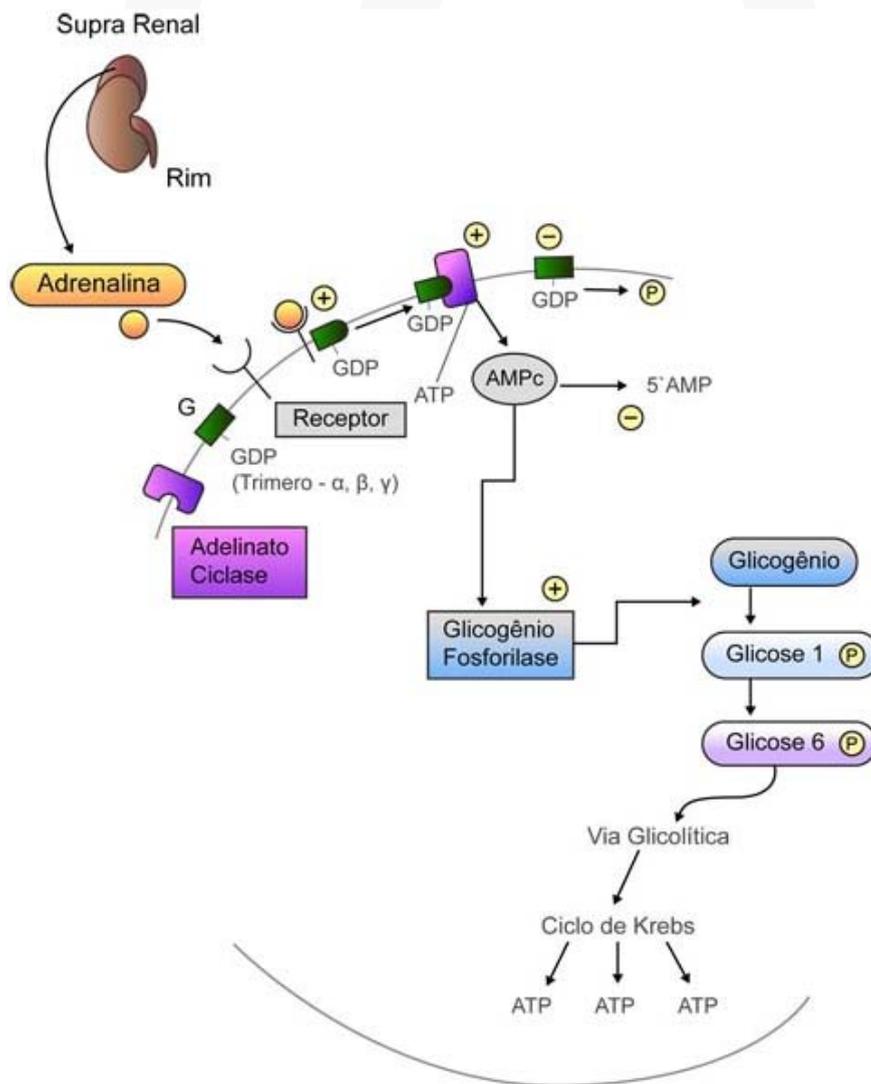


Fig. 2.8: Cascata de sinalização mediada por adrenalina. A ligação da adrenalina ao receptor na membrana plasmática da célula, leva à ativação de uma segunda proteína integrante da membrana denominada proteína G. A mudança conformacional desta proteína ocasiona a ativação de uma terceira proteína integrante, a adenil ciclase, que converte ATP em AMP cíclico (AMPc) no citossol. O aumento citossólico de AMPc ativa a enzima glicogênio fosforilase que converte o glicogênio em glicose, que, por sua vez, entrará na via glicolítica e posteriormente no ciclo de Krebs, produzindo energia (ATP) para a célula.

membrana de eritrócitos, que, para exercerem sua função de forma otimizada, precisam estar uniformemente distribuídas pela MP (Fig. 2.9).

8. Transporte, ação catalítica e endocitose – eventos mediados por proteína de membrana

Os receptores de superfície não atuam apenas através da ativação de determinadas enzimas, como a adenilciclase, levando a uma alteração na concentração de um mediador intracelular (também conhecido como segundo mensageiro). Muitas vezes, o acoplamento ligante-receptor provoca modificações conformacionais de determinadas proteínas integrantes transmembranosas, criando, por exemplo, canais hidrofílicos momentâneos que permitem o influxo de certos íons (Fig. 2.10). A variação na concentração intracelular de íons pode levar, como no caso do AMP cíclico, a uma série de alterações funcionais da célula.

Fig. 2.9: Detalhe de um corte mediano de um eritrócito mostrando a organização da membrana plasmática. Note a presença de complexos glicoprotéicos integrantes da membrana, cuja mobilidade é restrita pela ligação com proteínas periféricas (espectrinas) pelo lado citossólico da membrana.

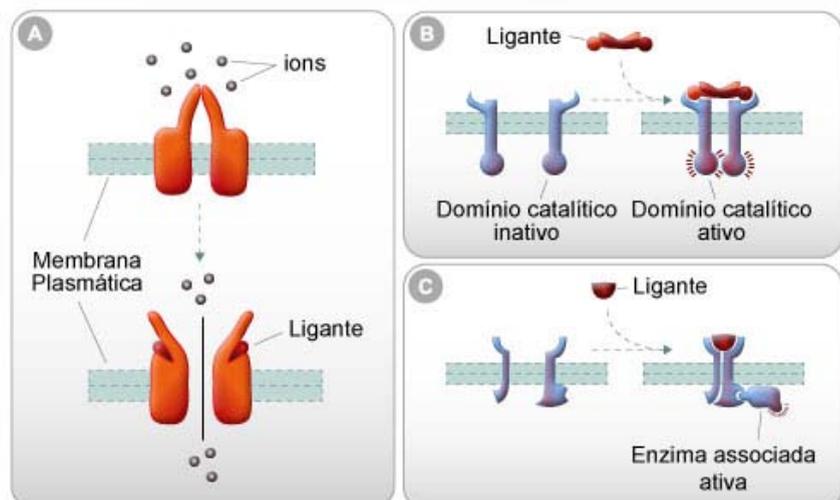
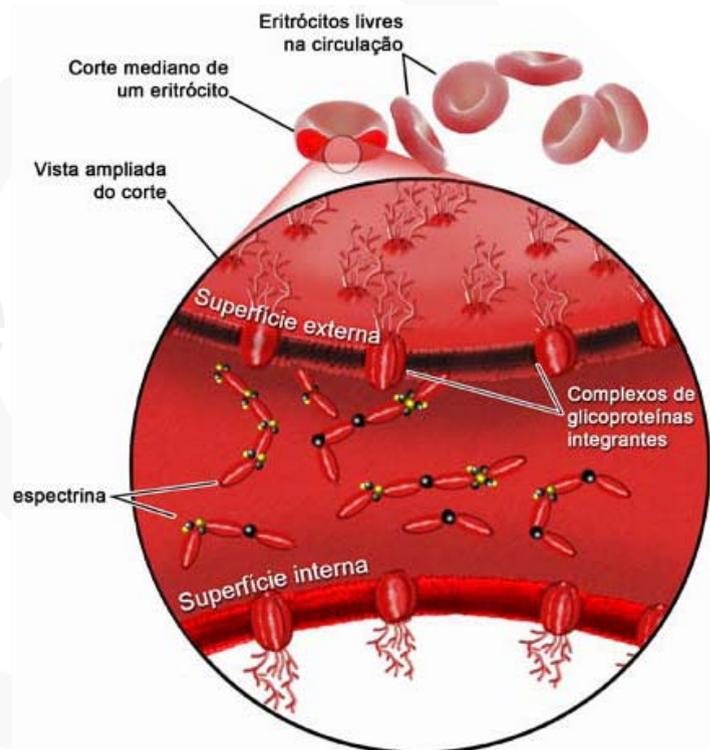


Fig. 2.10: Receptores de membrana que desencadeiam repostas fisiológicas específicas após acoplamento com um ligante. Além da participação da proteína G (ver Fig. 1), duas outras formas mais comuns de ação desses receptores são atuarem como canais hidrofílicos (A) ou como proteínas enzimáticas, de forma direta (B) ou indireta (C).

Em outras situações, o próprio receptor é uma proteína enzimática, cujo sítio catalítico encontra-se no citossol. A presença de um ligante no receptor ativa esse sítio catalítico que, mais uma vez, pode levar a uma cascata de eventos intracelulares e a uma determinada resposta fisiológica da célula (Fig. 2.10).

Finalmente, os complexos ligante-receptor podem estar associados a um fenômeno de endocitose, onde ocorre uma invaginação localizada da MP, formando-se uma vesícula intracelular contendo esses complexos. Este é o início da chamada rota endocítica, da qual trataremos mais adiante.

9. A seletividade e o transporte através da membrana

A seletividade da MP, traduzida pela capacidade da membrana em transportar especificamente determinadas substâncias, constitui uma das suas propriedades mais notáveis (Fig. 2.11). Pequenas moléculas ou íons passam pela membrana por simples difusão ou por meio de proteínas integrantes que mediam esse transporte. Estruturas maiores, como macromoléculas ou até organismos inteiros, como vírus e bactérias, entram na célula usando a rota endocítica, tema da próxima unidade.

O transporte mais simples que se pode conceber é a difusão física das substâncias através da bicamada lipídica da MP (Fig. 2.12). Também chamado de transporte não mediado, a difusão depende, basicamente, da existência de um gradiente de concentração favorável e da natureza da substância transportada. De um modo geral, quanto maior for sua solubilidade em lipídios e menor seu tamanho molecular, mais facilmente se dará sua passagem pela membrana. : apesar da barreira hidrofóbica, suas moléculas difundem-se de forma relativamente rápida através da membrana.

Entretanto, a célula precisa de algumas moléculas que não são capazes de atravessar a membrana plasmática por simples difusão, como aminoácidos e nucleotídeos. Deste modo, é vital para a célula que ela possua uma série de mecanismos que permitam ou auxiliem sua passagem, especificamente, através dessa barreira (Fig. 2.12). Tais mecanismos envolvem determinadas proteínas integrantes de membrana, que mediam a passagem dessas substâncias. Algumas dessas proteínas, conhecidas por proteínas de canal, formam,

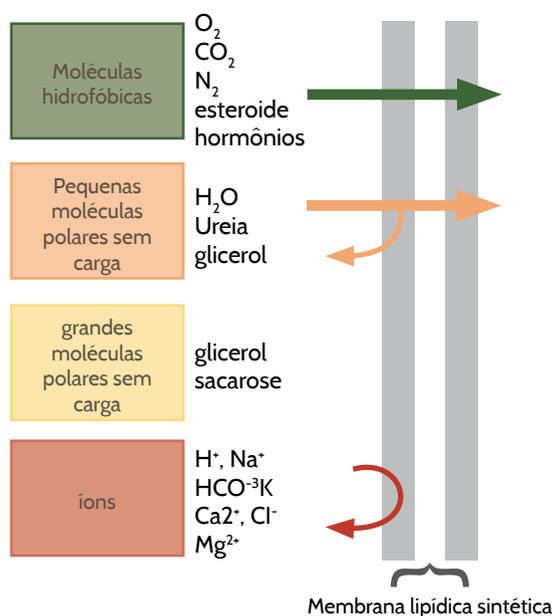


Fig. 2.11: Esquema ilustrando a seletividade de uma membrana sintética constituída apenas por uma bicamada lipídica. Algumas moléculas passam facilmente, enquanto que outras só passam através da mediação de proteínas transportadoras integrantes de membrana.

como o próprio nome está dizendo, canais internos ladeados por aminoácidos hidrofílicos que permitem a passagem, por difusão, de certos solutos de tamanho apropriado. Alguns canais encontram-se permanentemente abertos (canais livres), pouco comuns na MP. Na maioria dos casos,

Outras proteínas, denominadas de proteínas transportadoras ou permeases, atuam de modo bem mais sofisticado, executando um tipo de transporte denominado de transporte mediado. Neste transporte ocorre um reconhecimento inicial do soluto a ser transportado (agindo, pois, como ligante), que se liga ao sítio ativo da permease de maneira análoga à ligação enzima-substrato. Após esta ligação, a proteína transportadora sofre uma alteração conformacional, de tal sorte que seu sítio ativo fica, agora, voltado para o lado oposto da membrana. Ocorre então o desacoplamento do soluto, completando-se sua transferência (Fig. 2.12).

O transporte mediado pode ser passivo, quando não houver gasto de energia metabólica para sua efetivação; neste caso, a transferência de soluto só se dará a favor de um gradiente de concentração. O transporte mediado também poderá ser ativo, com gasto de energia metabólica e contra um gradiente de concentração. Um exemplo clássico desta última situação é proporcionado pela chamada “bomba” de $\text{Na}^+\text{-K}^+$, encontrada em, virtualmente, todas as células animais (Fig. 2.13).

Representada por uma proteína enzimática integrante de membrana – $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{ATPase}$ – agindo como permease, a “bomba” de $\text{Na}^+\text{-K}^+$ elimina ativamente íons Na^+ , enquanto, ao mesmo

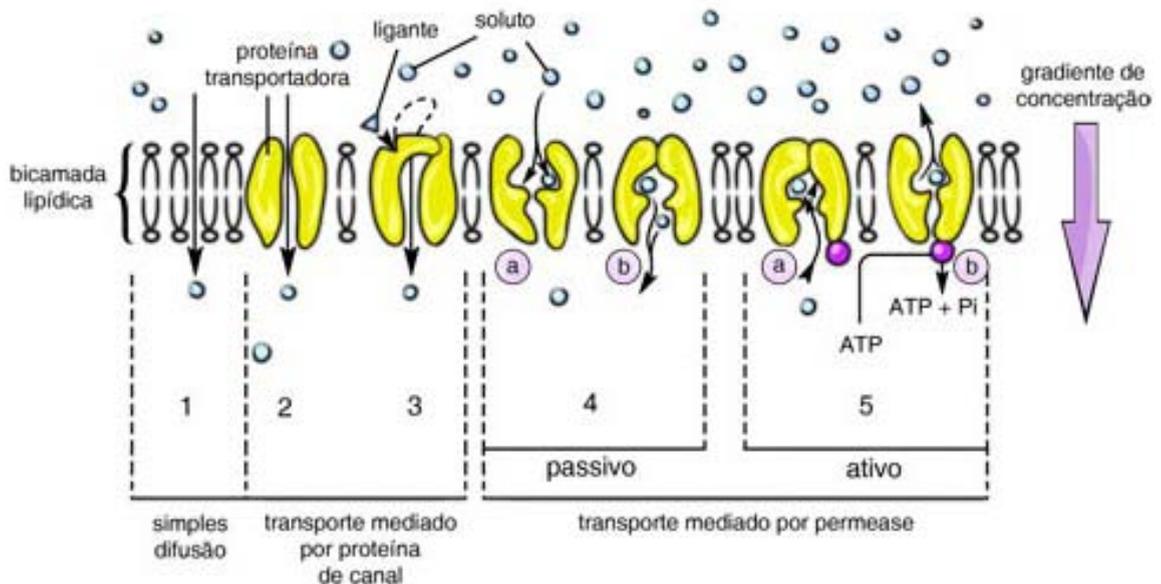
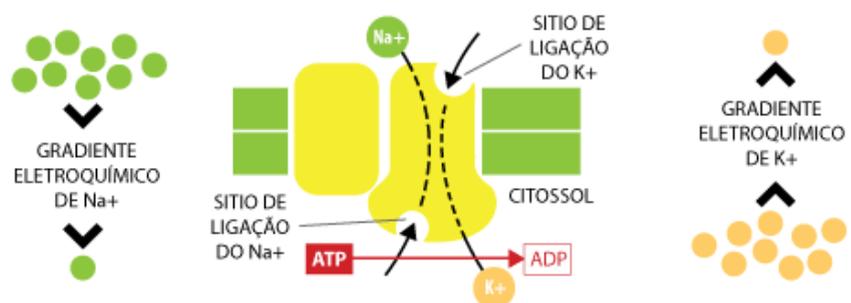


Fig. 2.12: Os principais tipos de transporte de substâncias através da membrana plasmática. Baseada em: COSTA, S.O.P. (coord.) Genética Molecular e de Microorganismos. São Paulo: Manole, 1987.

Fig. 2.13: “Bomba” (ATPase) de Na^+ e K^+ . Na^+ electrochemical gradient - Gradiente eletroquímico de Na^+ ; Na^+ binding site - sítio de ligação do Na^+ ; K^+ and ouabain-binding site - sítio de ligação do K^+ ; cytosol - citossol; K^+ electrochemical gradient - Gradiente eletroquímico de K^+ .



tempo, concentra íons K^+ no interior da célula, com hidrólise simultânea de ATP. Tal sistema de transporte tem uma importância fundamental na geração e manutenção do potencial elétrico existente através da MP, essencial para o desempenho de muitas funções celulares.

10. Especializações de membrana

Um último aspecto importante a ser abordado em relação à MP refere-se às chamadas especializações da membrana, regiões que sofrem determinadas modificações para a execução de funções específicas, como as de uma maior atividade de absorção de substâncias, aderência e comunicação intercelulares.

As microvilosidades constituem, talvez, uma das especializações mais conhecidas (Fig. 2.14). Na forma de prolongamentos digitiformes da MP apical, são geralmente observadas em células epiteliais cuja função principal está voltada para a absorção. Um exemplo típico é encontrado nas células do epitélio intestinal (enterócitos), onde a presença de até 3.000 microvilosidades por célula leva a um aumento considerável em seu potencial de absorção de metabólitos a partir da luz do intestino envolvendo proteínas transportadoras. O aumento de superfície de membrana também implica num incremento de outras proteínas funcionais da membrana, como, por exemplo, de enzimas de digestão terminal no caso dos enterócitos.

Por outro lado, as células de um tecido estabelecem, ao longo de suas membranas uma série de especializações denominadas junções intercelulares, que mediam funções extremamente importantes, como as da adesão e comunicação entre células adjacentes. Figura 2.14

Nas células epiteliais, onde são mais evidentes, são reconhecidos quatro tipos principais de junções intercelulares nas MPs laterais de células vizinhas (Fig. 2.15). Temos, inicialmente, as zônulas de oclusão, que na forma de cintas selantes contínuas em torno do ápice das células, obliteram os espaços intercelulares, impedindo, conseqüentemente, a passagem de fluidos através de epitélios, criando barreiras de permeabilidade. Um exemplo típico é encontrado no tecido epitelial que reveste a bexiga urinária do homem. A presença de zônulas de oclusão entre as células, impedem que a urina passe através dos espaços intercelulares, ficando contida no interior do órgão.

Estas junções criam assim barreiras de permeabilidade através de epitélios. As zônulas de adesão e os desmossomos proporcionam sítios de ancoragem de elementos do citoesqueleto e mantêm, além disso, a coesão intercelular. Enquanto que as primeiras

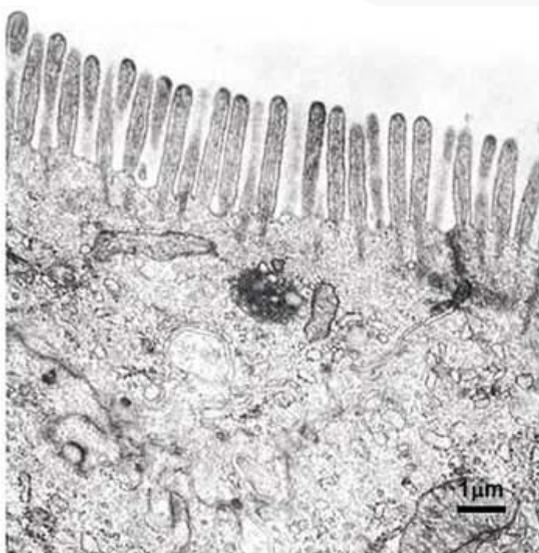


Fig. 2.14: Micrografia eletrônica de uma célula intestinal mostrando a membrana plasmática apical modificada na forma de microvilosidade.

formam uma cinta contínua em torno da membrana lateral da célula, os desmossomos são focais, restritos a pequenas regiões da membrana lateral mas, como no primeiro caso, em íntima associação com estruturas semelhantes da célula vizinha. Os desmossomos são os principais pontos de adesão entre as células de um tecido. (fig 2.15)

Você está lembrado do questionamento inicial da presente aula: a organização celular têm alguma relação direta com o cotidiano do aluno? Nesse momento demos o exemplo da doença “fogo selvagem”. Agora vamos a explicação sobre as causas celulares de tal doença: ela é provocada pela formação de anticorpos contra uma proteína constituinte dos desmossomos do tecido epitelial que forma a pele. De causa desconhecida, provoca uma perda de aderência entre as células, permitindo a passagem de líquido tissular entre elas, ocasionando a formação de bolhas (Fig. 2.16). Além do incômodo para o paciente, estas bolhas podem se romper e permitir a penetração de agentes infecciosos.

Além dos desmossomos, existem, ainda, os hemidesmossomos, junções semelhantes às primeiras, mas que se localizam na MP basal e ligam às células à lâmina basal, estrutura laminar onde se assenta o epitélio. Finalmente, temos as chamadas junções comunicantes, com funções bem diferentes das anteriores. Apresentam-se como conjuntos de canais

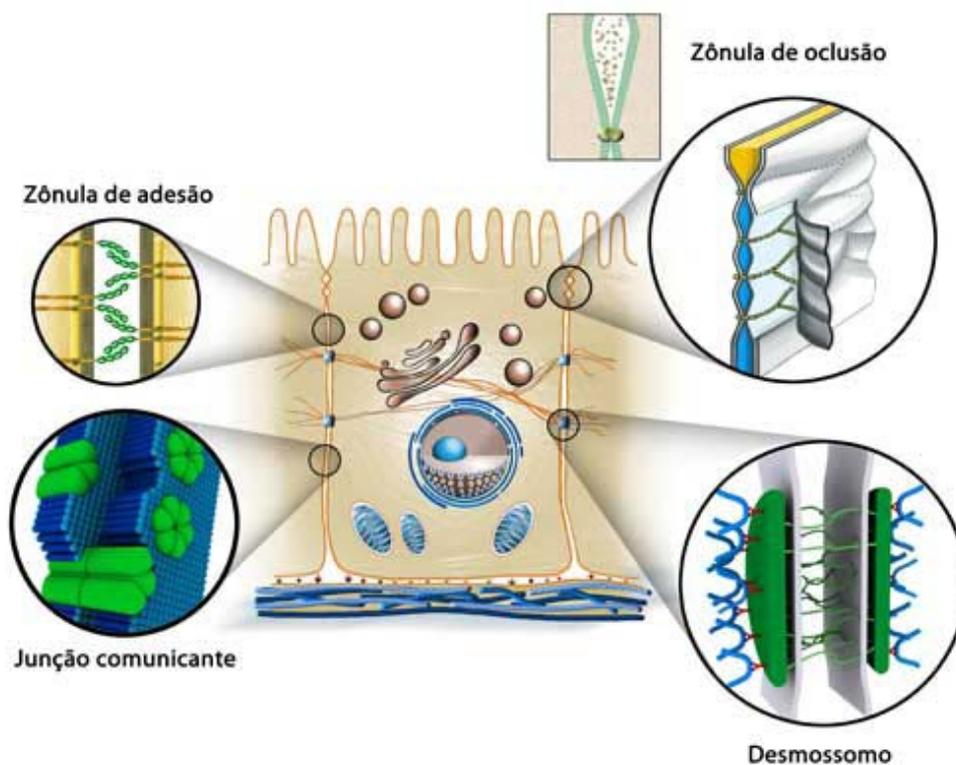


Fig. 2.15: Os diferentes tipos de junções intercelulares.



Fig. 2.16: Paciente portador de pênfigo vulgar (ou fogo selvagem), mostrando detalhes das lesões na pele.

hidrofílicos formados por proteínas integrantes de membrana (semelhantes às proteínas de canal da MP) localizados entre células adjacentes.

Assim, os canais de uma célula estão em contato direto com canais semelhantes da célula vizinha, permitindo a passagem de pequenas moléculas e íons entre elas. Deste modo, as junções comunicantes possibilitam o funcionamento coordenado das células de um tecido através da troca de metabolitos, íons e moléculas sinalizadoras, como o AMP cíclico. O movimento sincrônico das fibras musculares cardíacas durante os batimentos do coração é devido, por exemplo, à presença de inúmeras junções comunicantes nas membranas plasmáticas dessas células.

Por fim, a MP basal de alguns tipos celulares forma uma série de invaginações a intervalos regulares que levam, analogamente às microvilosidades, a um aumento considerável de sua superfície (Fig. 2.17). Estas invaginações da MP basal, encontradas, por exemplo, nas células dos túbulos renais de mamíferos, estão geralmente relacionadas ao transporte de íons e água através da membrana. Como a demanda de energia neste transporte é alta, a presença de mitocôndrias - que produzem a maior parte do ATP utilizado pela célula - associadas a essas invaginações (assim como no citoplasma próximo à base das microvilosidades) é, geralmente, muito grande.

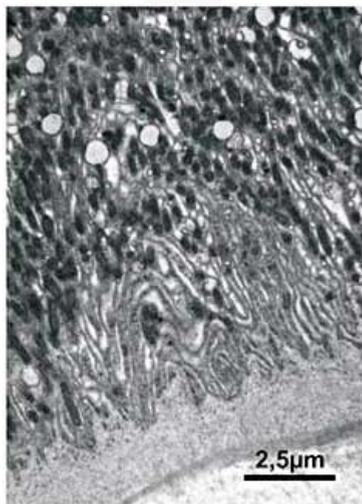


Fig. 2.17: Invaginações da membrana plasmática basal associadas a mitocôndrias. Este arranjo aumenta a superfície de transporte ativo, principalmente de água e íons, entre a célula e o meio.

Bibliografia

- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K. & WALTER, P. **Molecular Biology of the Cell**. 5th Edition. New York: Garland, 2008.
- ALBERTS, B.; JOHNSON, A.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K. & WALTER, P. **Molecular Biology of the Cell**. 4th Edition. New York: Garland, 2002.
- BECKER, W.M. **The world of the cell** by Benjamin/Cummings, Menlo Park, California. 1986.
- COOPER, G.M. & HAUSMAN, R.E. **A Célula**. Uma abordagem molecular. 3^a edição. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- COSTA, S.O.P. (coord.) **Genética Molecular e de Microorganismos**. São Paulo: Manole, 1987.
- DE ROBERTIS, E.D.P.; DE ROBERTIS, E.M.F. Jr. **Cell and molecular biology**. 2nd Ed. Philadelphia: Saunders College, 1980.

FAWCETT, D.W. **The cell**. 2nd Ed. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1981.
KARP, G. **Cell molecular biology**. New York: J. Wiley, 1996.
Grupo Corporal - Corporal Clínica de Massoterapia. [Penfigo](#). Acesso em 06 out. 2011.
Schools Wikipedia Selection. [Lipid](#). Acesso em 06 out. 2011.



Atividades

Questionário **TESTE SEUS CONHECIMENTOS. RESPONDA AS QUESTÕES PROPOSTAS**

Questionário individual com 6 questões fechadas de múltipla escolha e auto-corrigíveis. As alternativas corretas estão marcadas em amarelo.

Neste tópico, iremos fazer uma atividade muito comum aos estudantes do Ensino Médio, a resolução de testes de vestibular.

Desafio: propomos que você utilize seus conhecimentos e sua imaginação para elaborar um teste de múltipla escolha que, hipoteticamente, seria respondido por um aluno do Ensino Médio. O assunto desse teste deve ser relacionado à membrana plasmática. (Não é necessário enviar esta atividade para correção, mas você poderá utilizar o teste em suas aulas no futuro!)

Bom trabalho!

Ampliando os conhecimentos

Sabemos que os temas abordados em Biologia Celular são bastante abstratos e, muitas vezes, de difícil compreensão. Poder visualizar algumas das estruturas e processo por meio de animações e vídeos é um bom instrumento para facilitar a aprendizagem. Dessa forma, apresentamos a seguir uma série de vídeos muito interessantes sobre a membrana plasmática. Esperamos que seja útil na compreensão do presente tópico, bem como que vocês possam utilizá-los para auxiliar seus estudantes durante suas aulas de Biologia Celular.

Vídeos

1. [Funções da membrana plasmática](#)
2. [O modelo mosaico-fluido:](#)
3. [ATPase Na-K](#)
4. [A tradução de sinal](#) (ativação de fatores de transcrição)