

conducción decremental – decremental conduction

Authored by
memjavad

December 3, 2025

RECOMMENDED CITATION

memjavad (2025). *conducción decremental – decremental conduction*. Spanish Psychological Databases. Retrieved from <https://spanish.arabpsychology.com/?p=6762>

Conducción Decremental

Campos Disciplinarios Primarios: Neurofisiología, Biofísica, Cardiología

1. Definición Central y Mecanismo

La conducción decremental describe el fenómeno biofísico por el cual la amplitud o intensidad de una señal eléctrica disminuye progresivamente a medida que se propaga a lo largo de una estructura excitable, como una dendrita, un axón corto o el nodo atrioventricular (AV) del corazón. A diferencia del [potencial de acción](#), que es un evento autorregenerativo y de "todo o nada", la conducción decremental se basa en el flujo pasivo de corriente, lo que significa que la señal no se amplifica activamente a lo largo de su recorrido.

Este proceso es inherentemente ineficiente para la transmisión a larga distancia, ya que la corriente se "fuga" continuamente a través de la membrana celular hacia el medio extracelular. A medida que la corriente fluye longitudinalmente, parte de ella se desvía a través de los canales iónicos y la capacitancia de la membrana. Esta pérdida constante de carga resulta en una caída exponencial de la diferencia de potencial. Por lo tanto, cuanto mayor sea la distancia que deba recorrer la señal, menor será su amplitud y su capacidad para despolarizar la membrana en puntos distales.

El mecanismo subyacente de la conducción decremental es crucial para la integración de la información en el sistema nervioso central. Permite que las células neuronales procesen la información de manera analógica y gradual. Los [potenciales sinápticos](#) (tanto excitatorios como inhibitorios) que se generan en las dendritas son ejemplos paradigmáticos de conducción decremental. La amplitud de estos potenciales al llegar al soma neuronal (donde se integra la señal) depende directamente de cuán lejos se generaron en la dendrita, proporcionando un peso diferencial a las entradas sinápticas.

2. Bases Biofísicas: La Teoría del Cable

Para comprender cuantitativamente la conducción decremental, es indispensable recurrir a la [Teoría del Cable](#), desarrollada originalmente por Lord Kelvin para describir la transmisión de señales en cables telegráficos submarinos y adaptada al contexto biológico por Hodgkin y Rushton en la década de 1940. Esta teoría modela la neurona o la fibra muscular como un cilindro conductor que posee propiedades resistivas y capacitivas específicas, permitiendo predecir cómo se atenúa la corriente en función de la distancia.

Dos parámetros clave definidos por la Teoría del Cable rigen la eficacia de la conducción decremental: la constante de longitud y la constante de tiempo. La **constante de longitud** (λ) representa la distancia a lo largo de la fibra donde el potencial eléctrico ha caído al

37% (o $1/e$) de su valor original. Una λ grande indica que la señal puede viajar más lejos antes de atenuarse significativamente. Este parámetro depende inversamente de la resistencia de la membrana (cuánta corriente se fuga) y directamente de la resistencia interna o axial (cuán fácilmente viaja la corriente longitudinalmente).

Por otro lado, la **constante de tiempo** (τ) se relaciona con la velocidad a la que la membrana puede cargarse y descargarse, afectando la rapidez con la que se propaga la señal. Aunque la constante de tiempo es crucial para la dinámica temporal de la señal, es la constante de longitud la que determina la magnitud del decremento espacial. En estructuras con alta resistencia de membrana (pocos canales abiertos) y baja resistencia interna (grandes diámetros), la conducción decremental puede ser relativamente eficiente en distancias cortas, permitiendo la integración rápida de múltiples señales simultáneas.

3. Características Clave de la Conducción Decremental

Una de las características definitorias de la conducción decremental es su naturaleza **pasiva**. A diferencia de la conducción de potenciales de acción, que requiere la apertura secuencial de canales iónicos dependientes de voltaje para regenerar la señal, la conducción decremental solo depende de las propiedades pasivas de la membrana (resistencia y capacitancia). Esto implica que no hay gasto metabólico adicional (ATP) para la propagación de la señal, aunque sí lo hay para mantener los gradientes iónicos que hacen posible el potencial de membrana.

Además de ser pasiva, la conducción decremental es inherentemente **graduada**. Esto significa que la amplitud de la respuesta eléctrica es proporcional a la intensidad del estímulo inicial. Un estímulo sináptico débil generará un potencial postsináptico pequeño que se atenuará rápidamente; un estímulo fuerte generará un potencial grande que, aunque también se atenuará, puede llegar al soma con suficiente amplitud para provocar la activación de un potencial de acción. Esta graduación es fundamental para la complejidad del procesamiento de la información en el cerebro, donde la magnitud de la entrada importa tanto como su presencia.

Finalmente, la conducción decremental exhibe una marcada **dependencia de la morfología celular**. La forma y el tamaño de la estructura (dendritas delgadas versus gruesas, axones cortos versus largos) tienen un impacto directo en la constante de longitud. Las dendritas muy ramificadas y delgadas tienen constantes de longitud cortas, lo que garantiza que solo las sinapsis más cercanas al cuerpo celular tengan una influencia significativa. Esta especialización morfológica permite que las neuronas realicen cálculos espaciales complejos, filtrando y priorizando ciertas entradas sinápticas basándose puramente en su ubicación física.

4. Manifestaciones Fisiológicas en el Sistema Nervioso Central

El rol más conocido de la conducción decremental en el sistema nervioso es la transmisión de los

potenciales postsinápticos (PPS). Cuando un neurotransmisor se une a un receptor en la membrana postsináptica, provoca la apertura de canales iónicos, generando una pequeña despolarización (potencial postsináptico excitatorio, PPSE) o hiperpolarización (potencial postsináptico inhibitorio, PPSI). Estos PPS son señales locales que se propagan de forma decremental desde el punto de sinapsis hacia el cono axónico.

La integración sináptica, el proceso por el cual una neurona decide si disparar un potencial de acción, depende críticamente de la conducción decremental. La neurona suma todas las entradas PPSE y PPSI que llegan al soma y al cono axónico en un momento dado, un proceso conocido como **sumación espacial y temporal**. Debido a la atenuación decremental, los PPSE generados lejos del cono axónico contribuyen menos a la despolarización total que aquellos generados cerca. La conducción decremental, por lo tanto, actúa como un filtro de distancia que organiza el peso de las entradas sinápticas.

Además de las dendritas, la conducción decremental es el modo primario de transmisión de señales en muchos tipos de células neuronales que carecen de los canales de sodio dependientes de voltaje necesarios para generar potenciales de acción propagados. Esto incluye, por ejemplo, ciertas neuronas pequeñas o interneuronas locales que solo necesitan transmitir información a distancias muy cortas dentro de un circuito local. En estos casos, la señal de entrada se propaga pasivamente a través del cuerpo celular y sus extensiones cortas, garantizando que la comunicación dentro del microcircuito sea rápida y graduada, pero limitada espacialmente.

5. Conducción Decremental en el Sistema Cardiovascular

El ejemplo más vital y especializado de conducción decremental fuera del sistema nervioso ocurre en el **nodo atrioventricular (AV)** del corazón. El nodo AV es una pequeña región de tejido conductor que sirve como la única conexión eléctrica normal entre las aurículas y los ventrículos. Su función principal es retrasar la transmisión del impulso eléctrico generado en el nodo sinoauricular, asegurando que los ventrículos tengan tiempo suficiente para llenarse de sangre antes de contraerse.

El retraso en la conducción dentro del nodo AV se debe precisamente a las propiedades de la conducción decremental. Las células del nodo AV son pequeñas, tienen uniones gap menos robustas y dependen en gran medida de canales de calcio lentos para la despolarización, en lugar de los canales de sodio rápidos que se encuentran en las fibras de Purkinje o el miocardio ventricular. Estas características aumentan la resistencia axial y la resistencia de membrana, lo que reduce drásticamente la constante de longitud y, por ende, hace que la conducción sea lenta y decremental.

Fisiológicamente, esta conducción decremental sirve como un mecanismo protector crucial. Si las aurículas entran en ritmos anormalmente rápidos (como la fibrilación o el aleteo auricular, donde

las frecuencias pueden superar los 300 latidos por minuto), la naturaleza decremental y refractaria del nodo AV actúa como un filtro de frecuencia. El nodo no es capaz de conducir todos los impulsos que recibe. Si los impulsos llegan demasiado rápido, la atenuación es tan severa que algunos impulsos simplemente se extinguen dentro del nodo, protegiendo a los ventrículos de frecuencias excesivamente altas que impedirían el llenado adecuado y llevarían al fallo cardíaco. Este fenómeno se manifiesta clínicamente como el **bloqueo AV de Mobitz Tipo I** o fenómeno de Wenckebach, donde la conducción se enlentece progresivamente hasta que un latido es bloqueado por completo.

6. Consecuencias Patofisiológicas y Trastornos Asociados

Aunque la conducción decremental es un proceso fisiológico normal y necesario, puede volverse patológico o exacerbarse en ciertas condiciones médicas, lo que lleva a disfunciones graves. En el sistema nervioso, las enfermedades que afectan la integridad de la mielina, como la [esclerosis múltiple](#), provocan una fuga de corriente excesiva en los axones que normalmente dependen de la mielina para una conducción rápida y no decremental. Cuando la mielina se pierde (desmielinización), la resistencia de la membrana disminuye drásticamente. Esto reduce la constante de longitud, haciendo que la conducción se vuelva altamente decremental y, a menudo, insuficiente para alcanzar el siguiente nodo de Ranvier, resultando en un bloqueo total de la conducción del potencial de acción y los síntomas neurológicos asociados.

En el ámbito neuromuscular, la conducción decremental se utiliza como una herramienta de diagnóstico para ciertas enfermedades de la unión neuromuscular, como la [Miastenia Gravis](#). En esta condición autoinmune, el número de receptores de acetilcolina funcionales en la placa motora terminal se reduce. Aunque la liberación inicial de neurotransmisor puede generar una respuesta, la estimulación repetitiva a alta frecuencia (prueba de estimulación nerviosa repetitiva) revela una caída progresiva en la amplitud del potencial de acción muscular compuesto. Esta caída se debe a la fatiga sináptica o a la incapacidad de la unión neuromuscular debilitada para sostener una transmisión robusta, manifestándose como una respuesta que se atenúa o "decrementa" con cada estímulo sucesivo.

En el contexto cardíaco, el aumento patológico de la conducción decremental en el nodo AV puede llevar a bradiarritmias severas y bloqueos cardíacos de alto grado. Factores como la isquemia, la fibrosis o la acción de ciertos fármacos (como los betabloqueantes o los bloqueadores de canales de calcio) pueden exagerar la lentitud y el decremento de la conducción nodal, llevando a un bloqueo AV completo de tercer grado, donde ningún impulso auricular alcanza los ventrículos, requiriendo a menudo la implantación de un marcapasos artificial.

7. Importancia e Impacto en la Integración Neuronal

Lejos de ser una limitación, la conducción decremental es una característica esencial que confiere flexibilidad y poder computacional al sistema nervioso. Si todas las señales neuronales fueran de tipo "todo o nada", el cerebro operaría de manera puramente digital, perdiendo la capacidad de sopesar y matizar la información. La conducción decremental permite la existencia de un sistema de procesamiento analógico, donde la intensidad y la ubicación temporal y espacial de una entrada sináptica son codificadas directamente en la amplitud de la señal que llega al centro de decisión (el cono axónico).

Esta capacidad analógica es fundamental para fenómenos como la plasticidad sináptica. Los cambios en la fuerza sináptica, que son la base molecular del aprendizaje y la memoria, se reflejan directamente en la magnitud del potencial postsináptico. Si esta señal se atenuara de manera uniforme e independiente de la distancia, la complejidad de los circuitos neuronales se simplificaría drásticamente. La interacción entre las propiedades pasivas (decremental) y las propiedades activas (canales dependientes de voltaje) de la membrana define el repertorio funcional de la neurona.

En resumen, la conducción decremental actúa como un mecanismo de filtrado y ponderación espacial. Garantiza que las entradas distales sean menos influyentes que las proximales, proporciona una escala de intensidad proporcional al estímulo y, en el caso del corazón, ofrece una función de seguridad vital. Su estudio, basado en la Teoría del Cable, sigue siendo la piedra angular para entender cómo las neuronas integran miles de entradas simultáneas para generar una respuesta coherente.

8. Lecturas Adicionales

[Conducción Decremental \(Wikipedia\)](#)

[Teoría del Cable \(Neurofisiología\)](#)

[Función del Nodo Auriculoventricular](#)

[Fisiología de la Conducción Nerviosa \(NCBI Bookshelf\)](#)