

Métodos Matemáticos e Modelos em Neurologia Computacional

Paulo Roberto Rodrigues da Silva Filho - DRE: 122065831

2022-07-21

Contents

1	Introdução	1
2	As doenças e as escalas de impacto	1
3	Estudo: O Traumatismo Craniano	2
4	Modelamento e Teorização	2
5	Conclusão: Fazendo Diagnósticos	3

1 Introdução

Foi apresentado nesse seminário o trabalho do Prof. Pedro Maia, Phd, atualmente lecionando na universidade do Texas, em Arlington. O Dr. Pedro Maia é formado em Matemática Aplicada, na UFRJ, com ênfase em Biologia Matemática, Mestrado, também na UFRJ, com Doutorado na Universidade de Washington, sob orientação do Dr. J. Nathan Kutz.

O Prof. Pedro Maia possui interesses na área de Neurologia, Inteligência Artificial, e pesquisa de Matemática aplicada, em geral.

O principal assunto do seminário apresentado foi o estudo do traumatismo craniano e como ele afeta o cérebro em nível celular, iniciando com uma explicação a respeito dos modelos de escala das doenças e como foi feita a análise do traumatismo craniano em micro-escala.

2 As doenças e as escalas de impacto

O Prof. Maia iniciou apresentando o conceito de escala de impacto das doenças, que podem ocorrer em três níveis:

- **Macro-escala** Impacto da doença ou da condição em nível de tecidos e sistemas, geralmente perceptíveis a olho nu, ou através de anamnese.
- **Micro-escala** Impacto da doença ou da condição em nível celular o subcelular, geralmente apenas identificável através de estudos químicos ou do uso do microscópio, em tecidos isolados ou mesmo em autópsia.
- **Meso-escala** Impacto da doença em níveis intermediários, abaixo da macro-escala, mas ainda não classificáveis como meso-escala.

Segundo o Prof. Maia, a grande maioria das pesquisas e dos dados médicos se concentram fortemente na macro-escala, tendo algum alcance à meso-escala.

Com a Matemática Aplicada aos modelos neurológicos, é possível atingir a Micro-Escala e estudar com mais profundidade os problemas médicos, incluindo o caso apresentado no seminário, o Traumatismo craniano.

3 Estudo: O Traumatismo Craniano

O Traumatismo Craniano é um problema recorrente, por conta das incidências de acidentes de trânsito e quaisquer outros tipos de acidentes que envolvam pessoas, incluindo os casos de quedas domésticas, esportes ou atividades infantis.

Dada essa proeminência, o Dr. Maia dedicou o seu doutoramento ao estudo dos impactos do traumatismo craniano às células do córtex, em micro-escala, com auxílio de modelamento matemático.

4 Modelamento e Teorização

Para se estudar o traumatismo craniano, foi observado diretamente a formação de inchaços nos axônios dos neurônios, nas regiões afetadas pelo traumatismo, ou seja, nas regiões machucadas.

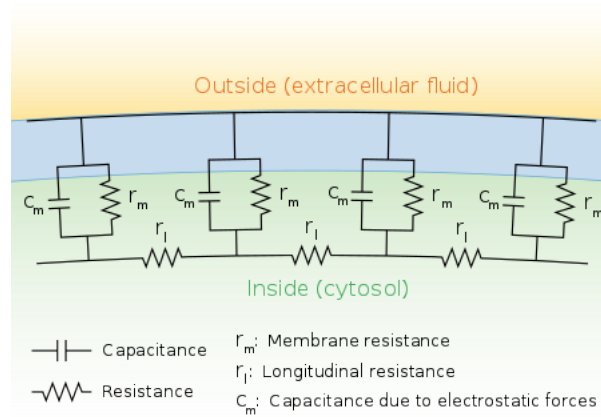


Figura 1: A Teoria dos Cabos, para as ligações dos neurônios. Axônios e dendritos modelados como cabos elétricos - resistores e capacitores em sequência.

A teoria dos cabos modela o Axônio como um cabo, e, nas regiões machucadas do traumatismo, há o inchaço do axônio, como pode ser visto abaixo.

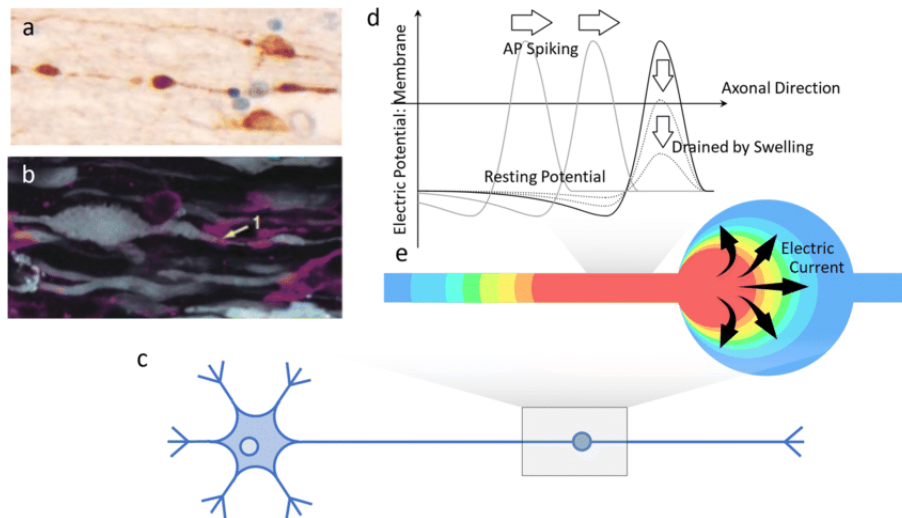


Figura 2: Inchaço do Axônio devido ao traumatismo. Em **a** temos inchaços nas manchas vermelhas redondas. Em **b**, vemos inchaços mais longos, em grandes extensões. Os outros diagramas mostram o impacto do inchaço na condução da corrente elétrica no neurônio, acompanhando o axônio, e interferindo a condução na região do inchaço.

A teoria dos cabos tem como principal modelo a equação diferencial dos cabos:

$$\frac{1}{r_l} \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} = c_m \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{r_m} \quad (1)$$

Onde:

- r_l : A resistência intracelular do axônio ao longo de seu comprimento.
- V : Diferença de potencial ao longo do axônio com o ambiente externo.
- x : O comprimento do axônio, ou a distância a partir da origem do axônio.
- r_m : É a resistência da membrana do axônio.
- c_m : É a capacitância da membrana do axônio, em um segmento dele.
- t : Tempo, para a propagação dos pulsos neuronais.

Que é aplicada ao inchaço com um modelo de um cabo contínuo com o aumento do raio do cabo em uma região. Esse aumento pode ser abrupto ou suave e, segundo o prof. Maia, a forma desse inchaço afeta a transmissão da informação neuronal de forma específica:

- Inchaços longos, que aumentam de diâmetro suavemente, não representam grande perda de transmissão de informação e são menos deletérios.
- Inchaços com aumento de diâmetro muito rápido, mesmo pequenos, representam perda de transmissão de informação e são muito deletérios.
- Inchaços com aumento de diâmetro rápido não apenas dificultam a transmissão de informação, como adicionam ruídos, reflexos e outros impactos nos sinais, que ainda ajudam a confundir a interação entre os neurônios.

5 Conclusão: Fazendo Diagnósticos

O Modelo do Inchaço axonal, nos neurônios afetados pelo traumatismo craniano foi utilizado para mensurar o impacto de queda de transmissão de informações pelos neurônios nas regiões onde há traumatismo craniano. Ele pode ser estendido para fazer diagnósticos, entretanto, é necessário ter mecanismos de visualização do córtex, após o traumatismo, sem métodos invasivos e que exponham o cérebro dos pacientes de traumatismo.