

## **Método não invasivo versus método invasivo para medição de pressão arterial em roedores: uma revisão integrativa da literatura**

**Non-invasive versus invasive method to measure blood pressure in rodents: an integrative literature review**

**Método no invasivo versus método invasivo para medir la presión arterial en roedores: una revisión bibliográfica integradora**

Recebido: 23/05/2022 | Revisado: 02/06/2022 | Aceito: 04/06/2022 | Publicado: 08/06/2022

### **Mariana da Palma Valério**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8323-9815>  
Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil  
E-mail: [marianavalerio566@gmail.com](mailto:marianavalerio566@gmail.com)

### **Silvia Cristina Martini**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3442-9932>  
Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil  
E-mail: [silviac@umc.br](mailto:silviac@umc.br)

### **Silvia Regina Matos da Silva Boschi**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8125-8844>  
Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil  
E-mail: [boschi@umc.br](mailto:boschi@umc.br)

### **Terigi Augusto Scardovelli**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6523-9376>  
Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil  
E-mail: [terigiscardovelli@umc.br](mailto:terigiscardovelli@umc.br)

### **Alessandro Pereira da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4766-8617>  
Universidade de Mogi das Cruzes, Brasil  
E-mail: [alessandrops@umc.br](mailto:alessandrops@umc.br)

### **Resumo**

A aferição da pressão arterial (PA) é o principal parâmetro de monitoramento relacionado ao sistema cardíaco, e o uso de animais é vital para a compreensão do mecanismo fisiológico e estudo de patologias relacionadas a esse sistema. Os procedimentos de aferição em roedores mais recomendados pela literatura são: O método não invasivo (punho de cauda) e os métodos invasivos (cateter com fluido e telemetria). O objetivo deste estudo foi verificar as principais técnicas de medição arterial em roedores, avaliar seus pontos positivos, negativos e classificar qual a técnica mais viável e eficaz para ensaios experimentais iniciais. Foi realizado uma revisão integrativa da literatura utilizando os descritores e seus respectivos sinônimos, “*real time device*”, “*blood pressure measurements*”, “*rats*” fazendo o uso do booleano “AND” nas bases de dados *PubMed*, *Scielo* e *Medline*. Como critérios de inclusão foram adotados artigos que abordassem a temática supracitada, em português, inglês ou espanhol, completos, de ensaios experimentais em roedores, publicados com no máximo nos últimos 21 anos. Os critérios de exclusão foram artigos não disponíveis para leitura na íntegra e estudos que não utilizassem roedores como amostra. Foram selecionados 13 artigos que atendiam aos critérios. Os resultados demonstram que os métodos invasivos podem ser vantajosos para medições contínuas, mas que preferencialmente seria recomendado utilizar o método não invasivo por ser mais seguro e de fácil execução. Conclui-se que para ensaios experimentais iniciais, o procedimento a ser escolhido seria o método não invasivo, punho de cauda.

**Palavras-chave:** Medição de pressão arterial; Roedores; Métodos invasivos; Métodos não invasivos.

### **Abstract**

Blood pressure (BP) measurement is the main monitoring parameter related to the cardiac system, and the use of animals is vital for understanding the physiological mechanism and studying pathologies related to this system. The most recommended measurement procedures in rodents in the literature are: The non-invasive method (tail cuff) and the invasive methods (catheter with fluid and telemetry). The objective of this study was to verify the main arterial measurement techniques in rodents, evaluate their positive and negative points and classify which is the most viable and effective technique for initial experimental tests. An integrative literature review was carried out using the descriptors and their respective synonyms, “*real time device*”, “*blood pressure measurements*”, “*rats*” using the Boolean “AND” in *PubMed*, *Scielo* and *Medline* databases. As inclusion criteria, articles that addressed the

aforementioned theme, in Portuguese, English or Spanish, complete, from experimental trials on rodents, published within the last 21 years were adopted. As exclusion criteria were articles that were not available for full reading and studies that did not use rodents as a sample. Thirteen articles were selected that met the criteria. The results demonstrate that invasive methods can be advantageous for continuous measurements, but that it would be preferable to use the non-invasive method as it is safer and easier to perform. It is concluded that for initial experimental trials, the procedure to be chosen would be the non-invasive method, tail cuff.

**Keywords:** Blood pressure measurement; Rodents; Invasive methods; Non-Invasive methods.

### Resumen

La medición de la presión arterial (PA) es el principal parámetro de monitorización relacionado con el sistema cardíaco, y el uso de animales es vital para comprender el mecanismo fisiológico y estudiar las patologías relacionadas con este sistema. Los procedimientos de calibración en roedores más recomendados por la literatura son: El método no invasivo (manguito de cola) y los métodos invasivos (catéter de fluidos y telemetría). El objetivo de este estudio fue verificar las principales técnicas de medición arterial en roedores, evaluar sus puntos positivos y negativos y clasificar qué técnica es la más viable y eficaz para los ensayos experimentales iniciales. Se llevó a cabo una revisión bibliográfica integradora utilizando los descriptores y sus respectivos sinónimos, “*real time device*”, “*blood pressure measurements*”, “*rats*” utilizando el booleano “AND” en las bases de datos *PubMed*, *Scielo* y *Medline*. Los criterios de inclusión fueron artículos que abordaran el tema mencionado, en portugués, inglés o español, completos, de ensayos experimentales en roedores, publicados en los últimos 21 años. Los criterios de exclusión fueron los artículos que no estaban disponibles para la lectura del texto completo y los estudios que no utilizaban roedores como muestra. Se seleccionaron trece artículos que cumplían los criterios. Los resultados muestran que los métodos invasivos pueden ser ventajosos para las mediciones continuas, pero que sería preferible utilizar el método no invasivo porque es más seguro y fácil de realizar. Se concluye que para los primeros ensayos experimentales, el procedimiento a elegir sería el método no invasivo, el manguito de cola.

**Palabras clave:** Medición de la presión arterial; Roedores; Métodos invasivos; Métodos no invasivos.

## 1. Introdução

A pressão arterial (PA) é o principal parâmetro de monitoramento e análise clínica relacionado ao sistema cardíaco de humanos e animais, sua determinação é vital para avaliar a ação farmacologia, tratamento de doenças cardiovasculares, controle de patologias, e em modelos animais, o estabelecimento de procedimentos técnicos (Egner, 2015; Kramer *et al.*, 2005; Van Vliet *et al.*, 2000).

Na fase inicial de uma pesquisa científica é imprescindível o uso de animais no estudo e cabe ao pesquisador identificar qual espécie melhor se enquadra em sua linha de pesquisa, no geral, os roedores são preferencialmente escolhidos por serem de fácil manuseio e baixo custo (Olvera *et al.*, 2018). Além disso, seu material genético se assemelha com o de humanos, dessa forma, esses animais têm tendência a serem afetados por muitas doenças também existentes em humanos, como problemas cardiovasculares (Egner, 2015; Olvera *et al.*, 2018). Por conta disso, um sistema eficiente para mediação da PA em roedores é altamente requisitado para a análise dos efeitos de novos fármacos no controle de doenças, análises clínicas e no monitoramento da PA (Egner, 2015; Van Vliet *et al.*, 2000).

Existem muitos dispositivos e técnicas dedicados à determinação da PA, os mais comuns para roedores são o método não invasivo conhecido como punho de cauda e os métodos invasivos como, por exemplo, o cateter cheio de fluido e a telemetria. Entretanto, cada técnica tem suas vantagens e desvantagens sendo preciso analisar qual procedimento é mais viável para ensaios experimentais iniciais (Kramer *et al.*, 2005; Van Vliet *et al.*, 2000).

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar as principais técnicas de medição arterial de animais encontradas na literatura, avaliar seus pontos positivos, negativos e classificar qual a técnica mais viável e eficaz para ensaios experimentais iniciais.

## 2. Metodologia

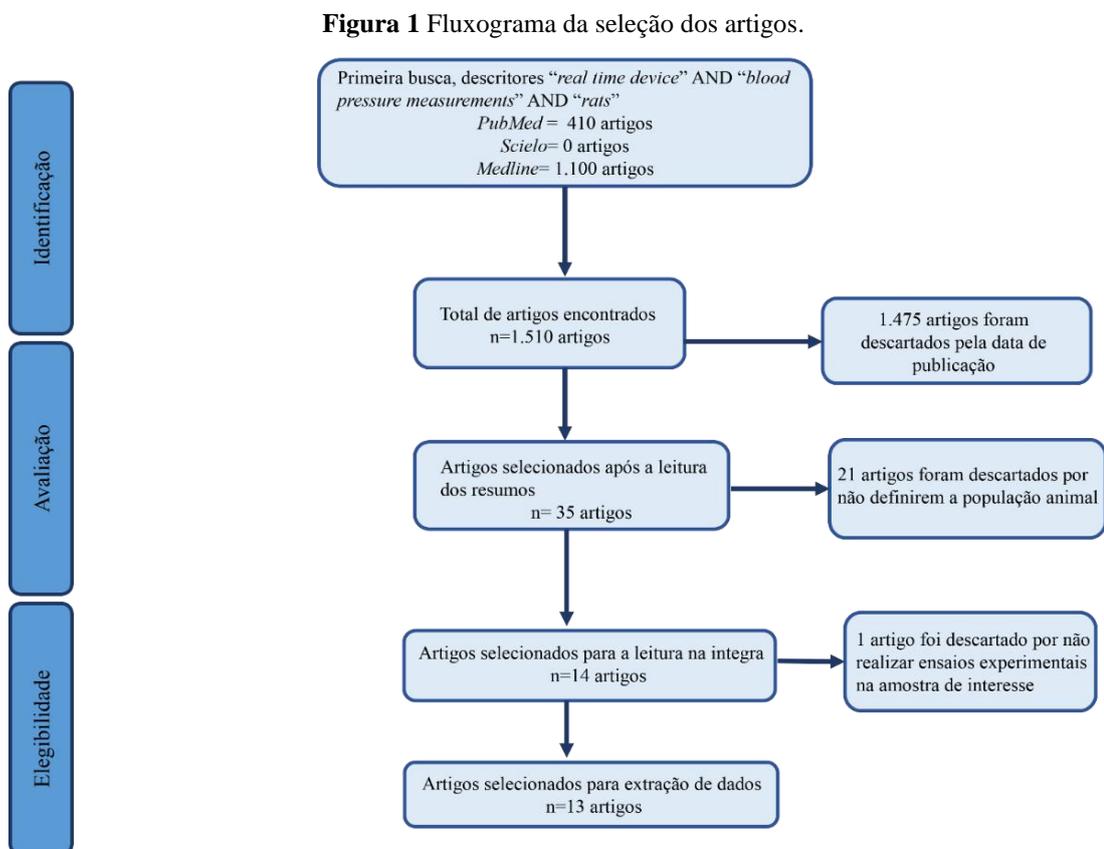
Foi realizado uma revisão integrativa da literatura utilizando os descritores e seus respectivos sinônimos, “*real time device*”, “*blood pressure measurements*”, “*rats*” fazendo o uso do booleano “AND” nas bases de dados *PubMed*, *Scielo* e

*Medline*. Como critérios de inclusão foram adotados artigos que abordassem a temática supracitada, em português, inglês ou espanhol, completos, de ensaios experimentais em roedores, publicados com no máximo 21 anos da data de publicação. Os critérios de exclusão foram artigos não disponíveis para leitura na íntegra e estudos que não utilizassem roedores como amostra.

Primeiramente foi realizado a coleta dos artigos nas bases de dados, e seus títulos foram analisados, verificando a pertinência e relevância dos mesmos para a pesquisa atual, durante a coleta foram filtrados os artigos por data e por idioma. Em seguida, os artigos selecionados foram avaliados quanto ao teor de seus resumos, e por fim os artigos extraídos foram lidos na íntegra. Dos artigos selecionados houve uma síntese minuciosa quanto as vantagens e limitações de cada um dos métodos, foi também comparado a eficiência dos métodos para fins comparativos de escolha.

### 3. Resultados

Na primeira busca foram encontrados no total 1.510 artigos que utilizavam ou mencionavam os descritores, em seguida foi aplicado a seleção pela data de publicação e idioma, 1.475 artigos foram descartados. Os 35 artigos restantes foram analisados quanto aos seus resumos e 21 foram excluídos por serem revisões sistemáticas. Foram selecionados 14 artigos para a leitura na íntegra e 1 artigo foi descartado por não utilizar roedores em seu ensaio experimental, por fim, 13 estudos experimentais (em inglês, espanhol e português) foram avaliados e selecionados para extração de dados. O fluxograma das etapas de seleção dos artigos para esta revisão integrativa é apresentado na Figura 1.



Fonte: Autores.

### ***Método não invasivo: Punho de cauda***

O método punho de cauda é o ideal para roedores e é rotineiramente usado para o monitoramento da PA. O sistema envolve a colocação de um manguito ao redor da cauda, essa por sua vez é acoplada a um esfigmomanômetro e/ou um pletismógrafo que detecta e registra o sinal de onda do pulso (Zhao *et al.*, 2011).

Em geral, o manguito posto na cauda é inflado até obstruir o fluxo sanguíneo, então a pressão do manguito começa a ser liberada a fim de retornar o fluxo lentamente. Assim que o fluxo retorna as vibrações de ondas de pressão contra a parede do vaso sanguíneo são captadas pelo pletismógrafo (transdutor de pulso) sendo considerada a pressão sistólica (mmHg). A pressão diastólica (mmHg) é notada quando as vibrações de choque contra a parede do vaso cessam, entretanto, devido à falta de precisão a pressão diastólica de roedores é estimada através de cálculos por algoritmos (Kumar *et al.*, 2014; Pauline *et al.*, 2011).

O equipamento geralmente é comercializado emparelhado com as funções de um esfigmomanômetro e um pletismógrafo, mas é possível conseguir esses equipamentos separadamente (Pauline *et al.*, 2011). É preciso se atentar a taxa de deflação e a linearidade do aparelho, uma vez que podem estar programados com padrões humanos. A taxa de deflação se refere a quantidade de ar liberado do manguito a fim de desobstruir o fluxo lentamente para detectar cada onda de pulso, essa taxa tende a mudar conforme os batimentos cardíacos por minuto do animal. Por exemplo, em um rato, a taxa passa a ser de 0,6 mmHg uma vez que o roedor possui 300 batimentos por minuto (bpm), então deve-se atentar aos valores máximos e mínimos descritos pelo desenvolvedor (Drüeke *et al.*, 2019; Egner, 2015).

As vantagens desse método são fornecer um procedimento mais barato, simples, não invasivo para medições de PA em roedores conscientes e que possa ser utilizado para monitoramento de grandes grupos. Uma das desvantagens observadas é o estresse e grau de ansiedade que os roedores costumam apresentar durante a inflação do manguito na cauda, outro problema é referente as propriedades das artérias periféricas, onde a temperatura ambiente mostra interferir em sua espessura (vasoconstrição) afetando a precisão das medições em ambientes com temperatura inferior à média externa, e o tempo necessário para inflar e desinflar o manguito pode dificultar o monitoramento contínuo da pressão sendo mais adequado o acompanhamento periódico de um ponto único onde a tendência geral é mais importante (Drüeke *et al.*, 2019; Zhao *et al.*, 2011).

### ***Método invasivo: Cateter com fluido***

O método de cateter com fluido é um meio invasivo de medição de PA que consiste no preenchimento de um cateter implantado na artéria femoral ou carótida do roedor, que possibilita medições diretas e contínuas. O cateter é conectado a um manômetro medidor de tensão para transdução do sinal de pressão a um sinal elétrico onde é captado e processado (Luft, 2019).

Depois da inserção do cateter é necessário exteriorizá-los pela nuca ou pelo ápice da cabeça e para a medição de forma consciente e de livre movimento dos roedores, o cateter pode ser fixado a um dispositivo giratório (Luft, 2019). A vantagem deste sistema é fornecer medições diretas e contínuas da PA. Além disso, permite não só o monitoramento da pressão, mas também o acesso vascular. Os materiais são baratos, a calibração é fácil para pressões estáticas, ou seja, médias (Van Vliet *et al.*, 2000). As desvantagens são os procedimentos cirúrgicos como anestesia, implantação do cateter, estresse ao roedor no pós-operatório, ademais, esse método tem alto potencial de infecção sendo necessário o uso de antibióticos e analgésicos (Van Vliet *et al.*, 2000).

Não obstante da morbidade e mortalidade associadas à cirurgia, os cateteres requerem um bloqueio de heparina e lavagem diária para evitar a coagulação, isso pode ser um interferente prejudicial para estudos farmacológicos. Os roedores requerem alojamentos únicos uma vez que podem roer cateteres uns dos outros e o registro prolongado não é adequado, pois a

permeabilidade do cateter diminui com o tempo de uso (Zhao *et al.*, 2011). Por conta do cateter ser pequeno a resposta dinâmica é fraca resultando na dificuldade de se obter medições precisas (Kramer *et al.*, 2005).

### **Método invasivo: Telemetria**

A telemetria tem sido aceita como o padrão ouro para o monitoramento de pressão arterial em roedores conscientes. Este dispositivo é composto por um pequeno segmento de cateter anexado a um transmissor de sinal, onde a forma de detecção das ondas de pressão é semelhante ao método invasivo cateter cheio de fluido (Luft, 2019; Zhao *et al.*, 2011).

Antes da inserção no roedor, o cateter é pré-preenchido com um material de gel que melhora a condução do sinal e ajudar a prevenir a coagulação. Uma vez inserido na artéria carótida, o sinal elétrico é transmitido sem fio para um dispositivo receptor externo e os dados são registrados por um computador (Zhao *et al.*, 2011; Zwijnenberg *et al.*, 2011).

As principais vantagens do sistema de telemetria implantado incluem o monitoramento remoto da pressão arterial em roedores conscientes, sem restrições, proporcionando sensibilidade e precisão nas medições (Luther *et al.*, 2019). As desvantagens incluem o alto custo do método, habilidade cirúrgica necessária para implantação e consequentemente alto índice de morbidade e mortalidade, recursos limitados e a recuperação de 5-7 dias necessária após a implantação do cateter para dados mais confiáveis (Luther *et al.*, 2019; Zhao *et al.*, 2011).

### **Síntese dos estudos**

Os parâmetros avaliados de cada um dos estudos estão apresentados na Tabela 1, estes foram: a linhagem do roedor utilizada no estudo, o tamanho das amostras, os métodos utilizados para a medição da pressão arterial, se houve uso de anestesia e ou uso de contenção dos roedores.

**Tabela 1** Características dos estudos selecionados.

Autor/Ano	Linhagem do roedor	Tamanho da amostra	Método utilizado para medição da pressão arterial	Uso de anestesia	Uso de contenção
Kumar <i>et al.</i> , 2014	Ratos Albinos, Wistars 180-250g	6	Punho de cauda	Não	Sim
Hoorn <i>et al.</i> , 2011	Camundongo BALB/c 26-28g	12	Punho de cauda	Não informa	Não informa
Erken <i>et al.</i> , 2012	Ratos Sprague-Dawley 180-250g	28	Punho de cauda	Sim	Sim
Wilde <i>et al.</i> , 2017	Camundongo C57B1/6J	24	Punho de cauda e telemetria	Sim	Sim
Pauline <i>et al.</i> , 2011	Ratos Wistars	10	Punho de cauda	Não informa	Não informa
Hu <i>et al.</i> , 2020	Ratos Wistars 400g	4	Telemetria	Sim	Não
Olvera <i>et al.</i> , 2018	Humano e Rato Wistar 442g	1 Humano 1 Rato	Punho de cauda	Não informa	Não informa
Gao <i>et al.</i> , 2016	Ratos Wistar Kyoto e SHRs 250-300g	16 Ratos de cada	Punho de cauda e telemetria	Sim	Sim
Tsubone <i>et al.</i> , 2014	Ratos SHR	22	Punho de cauda	Sim	Sim
Ferreira <i>et al.</i> , 2011	Ratos Wistars e Ratos SHR	32	Punho de cauda	Não informa	Não informa

---

Fraser <i>et al.</i> , 2001	Ratos Sprague-Dawley 300g	23	Punho de cauda e Telemetria	Sim	Não informa
Ibrahim <i>et al.</i> , 2006	Ratos Wistar Kyoto e SHR	10	Punho de cauda e cateter com fluido	Sim	Sim
Kubota <i>et al.</i> , 2006	Ratos SHR	33	Punho de cauda, cateter com fluido e telemetria	Sim	Sim

---

Fonte: Autores.

#### 4. Discussão

No presente estudo foram encontrados 13 artigos que aferiram a PA em roedores, relatando seus resultados e limitações de cada método. Segundo Kumar *et al.*, 2014 e Gao *et al.*, 2016, é possível medir a pressão arterial com precisão quando o equipamento possui as funções de um pletismógrafo com esfigmomanômetro. Os estudos de Ferreira *et al.*, 2011; Tsubone *et al.*, 2014; Fraser *et al.*, 2001 e Pauline *et al.*, 2011 também utilizaram o método não invasivo, punho de cauda, provando a eficiência e confiabilidade nos resultados, embora esses estudos não tenham dado foco totalmente no equipamento e procedimento. Mas, segundo Erken *et al.*, 2012, esse método é eficiente para medições da pressão sistólica, não sendo recomendado para a medição da pressão diastólica, esta por sua vez, deve ser estimada através de um algoritmo.

Em geral, os estudos defendem que os métodos invasivos possuem mais confiabilidade e precisão em medições contínuas. Entretanto no estudo de Hoorn *et al.*, 2011, foram vistos resultados contrários a essa afirmação, onde a técnica de punho de cauda conseguiu detectar leves aumentos na pressão arterial enquanto o método de telemetria não conseguiu detectar esse aumento sutil. Esse estudo corrobora com o resultado que o método não invasivo pode ser tão preciso quanto os métodos invasivos, porém sem os procedimentos cirúrgicos necessários para os métodos invasivos.

Já, Ibrahim *et al.*, 2006, utilizou fármacos para abaixar e aumentar a PA de roedores, e utilizando ambas as técnicas invasivas e não invasivas comprovou que os resultados dessas variações foram encontrados igualmente em ambas as técnicas.

Em relação aos interferentes presentes nos métodos, como visto anteriormente o calibre arterial da cauda pode afetar na precisão dos resultados na técnica não invasiva. Por conta disso, Erken *et al.*, 2012, relata a importância do aquecimento da cauda do roedor por no máximo 15 minutos a 37°C antes das medições, já que roedores imobilizados com a cauda aquecida tiveram resultados mais precisos. Da mesma forma foi relatado por Kubota *et al.*, 2006, que o aquecimento da cápsula de contenção pode ter um efeito negativo, elevando a pressão do roedor, por isso é mais interessante aquecer apenas a cauda.

Os estudos em geral afirmam que o treinamento para a contenção desses animais ajudou na diminuição do estresse causado, sendo recomendado no mínimo uma semana de treinamento, segundo Wilde *et al.*, 2017, os animais que entraram na contenção por vontade própria mostraram o mínimo de estresse durante as medições. Entretanto, ele também afirma que é inevitável algum tipo de estresse em ambas as técnicas invasiva e não invasiva.

Nos métodos invasivos, de acordo com Olvera *et al.*, 2018, um grande interferente além do estresse pós-cirúrgico foi o uso de anestésias no procedimento, visto que anestésicos tem potencial vasodilatador. Ademais, Kramer *et al.*, 2005, relata que o uso de cateteres exteriorizados mostrou uma taxa de falha de 50% ao final da quarta semana após o implante, ou seja, esses métodos não são tão eficientes em medições de longas durações. A presença dos cateteres exteriorizados mostrou causar estresse nos roedores e a necessidade de sua separação individual em gaiolas para evitar que os mesmos danificassem os cateteres uns dos outros. Outro ponto negativo visto por Hu *et al.*, 2020, foi a perda de uma das amostras durante a cirurgia, o que corrobora para a opinião que esses métodos invasivos demandam treinamento e experiência dos aplicadores.

Sendo assim, os resultados encontrados sugerem que o método não invasivo (punho de cauda) apresentou medições precisas e semelhantes aos métodos invasivos, e como não são necessários procedimentos cirúrgicos e cuidados logísticos para

a sua implementação este método é o mais recomendado para ensaios experimentais iniciais.

## 5. Considerações Finais

Como demonstrado nesse estudo, a técnica não invasiva (punho de cauda) embora não consiga oferecer uma medição de pressão arterial contínua, apresenta precisão bem semelhante as outras técnicas invasivas de telemetria e cateter com fluido. Sendo assim, a técnica não invasiva é sugerida por ser menos agressiva aos roedores e de fácil execução para ensaios experimentais iniciais.

Entretanto foram encontradas limitações no método punho de cauda sendo elas: a necessidade de utilizar um manguito proporcional a cauda do roedor, o ajuste na velocidade de desobstrução do vaso sanguíneo, a utilização de mais de um equipamento para melhorar a precisão das medições e o aquecimento da cauda.

Para estudos futuros é sugerido o desenvolvimento de dispositivos mais precisos para a medição da pressão arterial não invasiva em roedores que sejam integrados a um aquecedor próprio apenas para a cauda e apresentem um compartimento específico para a contenção desses roedores.

## Referências

- Drüeke, T. B., & Devuyt, O. (2019). Blood pressure measurement in mice: tail-cuff or telemetry? *Kidney International*, 96(1), 36.
- Egner, B. (2015). High Definition Oscillometry: non-invasive blood pressure measurement and pulse wave analysis. *Principles Of Safety Pharmacology*, 243-264.
- Erken, H. A., Erken, G., & Genç, O. (2012). Blood Pressure Measurement in Freely Moving Rats by the Tail Cuff Method. *Clinical And Experimental Hypertension*, 35(1), 11-15.
- Ferreira, L. B. D., Cesaretti, M. L. R., Voltera, A. F., Ginoza, M., & Kohlmann J. (2011). O Efeito da sobreposição de um modelo de obesidade neuroendócrina experimental e hipertensão arterial sobre a pressão arterial, peso corporal e parâmetros metabólicos e renais de ratos. *Jornal Brasileiro de Nefrologia*, 3(33), 338-344.
- Fraser, T. B., Wturner, S., Mangos, G. J., Ludbrook, J., & Awhitworth, J. (2001). Comparison of telemetric and tail-cuff blood pressure monitoring in adrenocorticotrophic hormone-treated rats. *Clinical And Experimental Pharmacology And Physiology*, 1(28), 831-835.
- Gao, Y., Yang, J., & Wang, S. (2016). Effects of telemetry implantation surgery on blood pressure and its underlying mechanism. *Clinical And Experimental Hypertension*, 38(4), 359-364.
- Hoom, E. J., McCormick, J. A., & Ellison, D. H. (2011). High Tail-Cuff Blood Pressure in Mice 1 Week After Shipping: the need for longer acclimation. *American Journal Of Hypertension*, 24(5), 534-536.
- Hu, S., Chen, H., Jia, S., Xiao, X., Cao, Y., & Wang, W. (2020). A wireless passive extra-arterial implantable blood pressure monitoring sensing system for rats. *Microsystem Technologies*, 27(7), 2595-2603.
- Ibrahim, J., Berk, B. C., & Hughes, A. D. (2006). Comparison of Simultaneous Measurements of Blood Pressure by Tail-Cuff and Carotid Arterial Methods in Conscious Spontaneously Hypertensive and Wistar-Kyoto Rats. *Clinical And Experimental Hypertension*, 28(1), 57-72.
- Kramer, K., & Remie, R. (2005). Measuring Blood Pressure in Small Laboratory Animals. *Methods In Molecular Medicine*, 108(1), 51-62.
- Kubota, Y., Umegaki, K., Kagota, S., Tanaka, N., Nakamura, K., Kunitomo, M., & Shinozuka, K. (2006). Evaluation of Blood Pressure Measured by Tail-Cuff Methods (without Heating) in Spontaneously Hypertensive Rats. *Biol. Pharm. Bull.*, 8(29), 1756-1758.
- Kumar, P., Rawat, A., Tiwari, S., & Gangwar, A. (2014). Noninvasive measurement of systolic blood pressure in rats: a novel technique. *Indian Journal Of Pharmacology*, 46(3), 351.
- Luft, F. C. (2019). Men, mice, and blood pressure: telemetry? *Kidney International*, 96(1), 31-33.
- Luther, J. M., & Fogo, A. B. (2019). Under pressure—how to assess blood pressure in rodents: tail-cuff? *Kidney International*, 96(1), 34-36.
- Olvera, J. B., Rios, R. A. O., & Camacho, R. R. (2018). Blood pressure measurement system based on oscillometric method. *Pistas Educativas*, 39(128), 248-265.
- Pauline, M., Avadhany, S. T., & Maruthy, K.N. (2011). Non Invasive Measurement of Systolic Blood Pressure in Rats: A Simple Technique. *Al Ame En J Med Sci*, 4(4), 365-369.
- Tsubone, H., Makimura, Y., Hanafusa, M., Yamamoto, Y., Tsuru, Y., Motoi, M., & Amano, S. (2014). Agaricus brasiliensis KA21 Improves Circulatory Functions in Spontaneously Hypertensive Rats. *Journal of medicinal food*, 17(3), 295-301.

Van vliet, B. N, Chafe, L. L, Antic, V, Schnyder-candrian, S. & Montani, J. (2000). Direct and indirect methods used to study arterial blood pressure. *Journal Of Pharmacological And Toxicological Methods*, 1(44), 361-373.

Wilde, E, Aubdool, A. A, Thakore, P, Baldissera, L, Alawi, K. M, Keeble, J, Nandi, M, & Brain, S. D. (2017). Tail-Cuff Technique and Its Influence on Central Blood Pressure in the Mouse. *Journal Of The American Heart Association*, 6(6), 1-15.

Zhao, X, Ho, D, Gao, S, Hong, C, Vatner, D. E, & Vatner, Stephen F. (2011). Arterial Pressure Monitoring in Mice. *Current Protocols In Mouse Biology*, 105-122.

Zwijnenberg, R. J, Rio, C. L, Ueyama, Y, & Muir, W. W. (2011). Evaluation of oscillometric and vascular access port arterial blood pressure measurement techniques versus implanted telemetry in anesthetized cats. *Ajvr*, 72(8), 1015-1021.