

Hanna Justyna Kucia¹, Małgorzata Malec-Milewska¹ , Agnieszka Sękowska^{1,2} 

¹Out-patient Pain Clinic, Department of Anaesthesiology and Intensive Care, Medical Centre of Postgraduate Education, Warszawa

²Department of Anaesthesiology and Intensive Care, Medical Centre of Postgraduate Education, Warszawa

Radiofrequency — an interventional method of chronic pain treatment: mechanisms of analgesic action, indications and application in selected pain syndromes

Abstract

Conventional radiofrequency (CRF) is an interventional chronic pain treatment method with the use of electromagnetic waves at the frequency of radio waves (or higher) consisting in a controlled use of high temperature in order to destroy sympathetic and/or sensory fibres. Application time equals 60s and the temperature achieved in the tissues, depending on the application site, 60–90°C. Pulsed radiofrequency (PRF) constitutes another treatment method which also uses radio waves at high frequencies. It consists in implementing series of 20ms current injections at frequencies of 2 Hz with a specific voltage (2–45 V), which results in an increase of the temperature around the electrode up to 42–50°C. According to the International Association for Study of Pain (IASP), an indication for the application of interventional methods is chronic pain resistant to pharmacological treatment, as well as non-invasive methods, with a positive response to a prognostic blockade. This article discusses both the mechanism of conventional and pulsed radiofrequency, its application in specific pain syndromes, the most common complications and its side effects. The efficacy and safety of CRF and PRF in the treatment of lumbosacral pain, pain in knee joints, occipital neuralgia, painful shoulder syndrome, neuralgia/trigeminal neuropathy, peripheral neuropathy, neuropathic pain of the sympathetic system and cancer pain was presented based on data from literature. It seems that the application of radiofrequency and its applicability in certain pain syndromes is well-documented (trigeminal neuralgia, Horton's headache, osteoarthritis of the interspinous joints), while further research is required to develop a methodology for the radiofrequency procedure of knee joints or occipital nerves, despite promising results. The possibility of using more and more precise imaging methods constitutes a significant factor in order to carry out the procedure in an effective and safe way (USG, computed tomography, laser techniques, 3D printing).

Palliat Med Pract 2019; 13, 2: 70–75

Key words: radiofrequency, pulsed radiofrequency, interventional pain management, chronic pain management, occipital neuralgia, trigeminal neuralgia, facet joint syndrome

Address for correspondence:

Hanna Justyna Kucia
Out-patient Pain Clinic,
Department of Anaesthesiology and Intensive Care,
Medical Centre of Postgraduate Education, Warszawa
e-mail: hannak@onet.pl



Palliative Medicine in Practice 2019; 13, 2, 70–75
Copyright © Via Medica, ISSN 2545–0425
DOI: 10.5603/PMPI.2019.0011

Introduction

Conventional radiofrequency (CRF) is an interventional method of chronic pain treatment consisting of a controlled usage of high temperature in order to cause thermal ablation to sympathetic and/or sensitive fibres. The devices used in radiofrequency are generators of electromagnetic waves with frequencies equal to or higher than those of radio waves (420 kHz) which cause a local increase in thermal energy when spreading in tissues. Temperatures between 45 and 65°C cause selective damage in A-Delta and C-type fibres conducting the pain sensation while sparing thicker motor fibres, resistant to these low temperatures. Precise and safe conduct of the procedure requires a correct assessment of the position of the non-insulated needle tip which acts as an active electrode conducting temperature to tissues. The device can measure electrical resistance (impedance) and the temperature of tissues, as well as generate two types of stimulation: sensory at 50–100 Hz and motor at 2–5 Hz. Patient reports a feeling of warmth, tingling, and minor pain during high-frequency stimulation while during low-frequency stimulation a contraction of the appropriate muscle occurs. A lack of these symptoms indicates that the position of the electrode has to be amended. In CRF treatment, a specified temperature and application time can be programmed in the device [1–3].

Pulsed radiofrequency (PRF) constitutes another treatment method which uses high-frequency radio waves. This method was intended to be as effective or more effective than CRF while causing less damage to tissues. It consists in implementing a series of 20 ms current injections at a frequency of 2 Hz and a specified voltage (2–45 V) which leads to an increase in temperature around the electrode (42–50°C) and the formation of an electric field with a force that is weak, although significantly stronger than in CRF. The mechanism of the analgesic effect of PRF consisting in a long-term, stable reduction of chronic pain in many clinical situations, has not been entirely explained. It is believed that the destruction of nerve fibres as a result of heightened temperature is a lot less significant, which increases the safety of the procedure. The majority of research currently indicates a neuromodulatory effect of PRF, its influence on the synaptic transmission process, as well as on immunological processes.

The electric field produced by PRF can change the pain signal and selectively affect unmyelinated type C fibres [4–7]. Biological effects of a weak electric field (9 V, 42°C) consisting in inhibiting the action potential of cells has been proven by, among others, Cahana,

who observed the effect of PRF and CRF on selected cerebral structures (hippocampus) [8]. Tumour necrosis factor expression has been proven in monocyte cells exposed to PRF and an electric field of 500 V/m. It seems that, although the direct effect of such a weak field is insignificant, its indirect effect could be of significance. It has been proven that the implementation of PRF in dorsal root ganglion (DRG) in tested animals intensifies the expression of c-Fos protooncogene belonging to early cellular response, an indirect marker of neural activity. Its presence indicates an excitation of nerve fibres in the electric field during the application of PRF [9, 10]. An observed increase in the activity of transcription factor-3 (ATF-3), a biological marker of cellular stress, as a result of PRF in L4-DRG, is of similar significance [11]. Hagiwara et al. presented the results of experimental research confirming the neuromodulatory effect of PRF on neuropathic pain by increasing the activity of descending antinociceptive noradrenergic and serotonergic systems [12]. Radiofrequency is also, for that reason, implemented in short-term stimulation of the funiculi of the spinal cord, in spinal pain syndromes. This technique causes a long-term pain relief in some patients.

Radiofrequency indications

According to International Association for Study of Pain, one of the indications for interventional methods is a chronic pain resistant to pharmacological treatment and non-invasive methods, with a positive response to a prognostic blockade [1–3]. Chronic pain syndromes whose treatment can include the application of radiofrequency are pain syndromes of the spine, the sacroiliac joint, cervical pain, occipital and intercostal neuralgia, osteoarthritis of knee joints, stump pain — neuroma, neuralgia/trigeminal neuralgia [1–4]. Contraindications for the procedure are specific and dependant on the anatomy of nerve structures — this type of destruction is intended for damaging small nerve structures. Radiofrequency devices producers advise against carrying out the procedure in patients with a pacemaker.

Adverse reactions, complications

The most common symptoms include increased muscle tension in place of needle insertion which can last up to several weeks. A sensation of burning pain in the dermatome area innervated by the damaged nerve can also last up to 3 weeks. These symptoms are a result of nerve damage and inflammatory response in its sheaths and surrounding tissues (neurogenic inflammation), usually treated well with

non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs). The use of opioids and/or antiepileptic drugs is, however, required in some cases. Pain intensity can be reduced significantly after the procedure is finished, applying 10 mg of pentoxifylline in the nerve area, an anti-cytokine and an NSAID, or a corticosteroid [1–4]. Specific complications resulting from an inappropriate surgical technique can pose another problem — damage of anatomical structures surrounding a selected nerve/ganglion.

Radiofrequency application

Transcutaneous lesion of nerve tissue with the use of electric current was first implemented by Kirschner in 1931. He introduced an electrode with an uninsulated tip into Gasser's ganglion in a patient with trigeminal neuralgia and, using a diathermy device, caused the thermal lesion to the ganglion. As the device introduced in the 1950s was equipped with a generator at 300–500 kHz and the current produced by it had a frequency similar to those used in broadcasting, the use of current at the frequencies of radio waves in radiofrequency was commonly adopted [1]. PRF was first implemented in 1996 in order to treat low back pain. **Both radiofrequency techniques ever since have been successfully implemented in the treatment of various pain syndromes: the pain of the sacroiliac joint, osteoarthritis of facet joints, degenerative disc disease, shoulder pain, postsurgical pain, cervical radicular pain, facial pain, including neuralgia/trigeminal neuralgia, groin pain, myofascial pain** [14, 15]. Cetin and Yektas compared the efficacy of CRF and PRF in the treatment of lumbar facet joint related low back pain (facet joint syndrome). It is believed that the 'gold standard' for the treatment of this pain syndrome is the radiofrequency of the medial branches of the dorsal arms that innervate the facet joints — 1B+ according to Evidence-Based Medicine (EBM) [13, 14]. It is recommended to carry out a repeated blockade of facet joints with the application of different local anaesthetics (LA) in order to precisely specify the location of the painful joint and the estimation of the duration of action of the LA. Full or significant pain relief after a local blockade as felt by the patient within a period corresponding to the duration of action of LA confirms a correct estimation of the area of origin of the pain where radiofrequency should be carried out [1, 13]. The authors have proven that CRF in the examined group of patients caused an effective pain relief (NRS < 5) in 88.38% of patients, both within a short (1, 3, 6 months), as well as a longer (1, 2 years) observation period. Similarly, the quality of life (QoL) and the level of daily

activity after the procedure were described as better by the patients who underwent CRF than by those subjected to PRF. Several repetitions of the procedure were required a lot more often in patients who were subjected to PRF, in order to maintain satisfactory pain relief. The presented results are consistent with other data in the literature. Chua et al. have also concluded, based on the available randomized controlled trials and well-designed prospective observational studies, that PRF is less effective in the treatment of lumbar facet joint related back pain [4]. A greater efficacy of CRF indicates that PRF does not cause sufficient lesion to nerve branches and the procedure has to be repeated in order to achieve results similar to those of CRF. A standard CRF procedure consists in achieving a temperature of around 80°C in the tissues at the end of the electrode for around 60–90 sec, causing a maximum ablation of medial branches. A side effect of such radiofrequency procedure is the possibility of the above-mentioned neurogenic inflammation, usually treated with the use of NSAIDs. In contrast to CRF, PRF uses an impulse stimulation, subjecting tissues to the effect of an electric field of lower temperature of 42–45°C which, very rarely, causes its lesion [1, 2, 4, 13].

Radiofrequency is also used in the case of chronic knee pain. Knee pain occurs in 45% of humans throughout their lives and causes disability and a lowered QoL. The most frequent cause of chronic pain is osteoarthritis, consisting of a loss of joint cartilage. Other causes include injuries, rheumatoid arthritis, gout, postsurgical pain [16, 17]. The treatment is mostly based on physiotherapy, pharmacotherapy, intra- and periarticular injections, surgical procedures of a varying degree. Substances administered intra-articularly are most often corticosteroids, platelet-rich plasma, viscosupplements (hyaluronic acid) or stem cell substances, as well as, proinflammatory factors used in alternative therapy [16, 17]. Pain caused by severe osteoarthritis is often resistant to treatment and can persist in up to 40% of patients who underwent knee joint replacement surgery, 15% of whom describe it as of severe intensity (NRS 7–8). It should be noted that intra-articular injections are not possible in patients with a joint endoprosthesis — in this case, radiofrequency constitutes a valuable alternative.

Jamison and Cohen compared and discussed 9 clinical studies involving 592 patients where PRF was used to treat osteoarthritis of the knee joint and chronic postsurgical pain [16]. The authors concluded that radiofrequency constitutes an effective and safe analgesic method in appropriate patients and a reduction of pain intensity is maintained for 3–12 months, similarly as in the case of the treatment

of other joints. No serious adverse events were noted in any of the studies. The patients described transient, self-limiting sensory disturbances, local bleeding, infections, bruises. Despite a well-developed system of genicular arteries, serious complications occur mostly during knee surgery. The authors above all note the difficulty of interpreting research results due to large disparities in the methodology of the procedure (e.g. application time), as well as different techniques targeting different genicular nerves and anatomical locations. The innervation of the knee joints arises from the branches of three major nerves: the sciatic, femoral, and obturator nerves, all of which are derived from the lumbar plexus. Similarly, the application and effectiveness of prognostic blockades preceding the procedure remains unclear and requires the conduct of further well-designed research [16].

Radiofrequency is also applied in the case of chronic neuropathic sympathetically and parasympathetically maintained pain. An example of such intervention is radiofrequency (neurolysis) of the sphenopalatine ganglion which contains sensory fibres (from the maxillary nerve), sympathetic fibres (from the deep petrosal nerve), parasympathetic fibres from the greater petrosal nerve (from the facial nerve). Ganglion radiofrequency is implemented in patients with Horton's headache (cluster headache — parasympathetically maintained pain), in patients with neuralgia and trigeminal nerve neuropathy — sympathetically maintained pain, in pain caused by craniofacial cancer. A technically difficult procedure should be carried out by an experienced physician and guided using radiography [18].

Stellate ganglion radiofrequency is implemented in the case of peripheral circulation insufficiency of the upper limbs and in neuropathic pain syndromes such as phantom pain, Pancoast's syndrome. Radiofrequency (neurolysis) of the ganglion of Walther, which constitutes the last section of the sympathetic trunk located in the abdominal area of the coccyx has a good analgesic effect in the case of cancer pain in the perineum and the rectum, especially in the case of phantom pain after anterior resection, as well as in the case of lower pelvis pain [1–3]. In the case of cardiovascular pain in lower limbs and in neuropathic cancer pain, lower back radiofrequency of the sympathetic trunk is applied. The procedure is carried out with the guidance of ultrasonography (USG) or radiographic imaging, and its most common direct adverse effects are hypotonia and diarrhoea resulting from the dominant state of the parasympathetic system [1–3].

Radiofrequency of peripheral nerves (especially PRF) is a safe procedure that can be carried out in, among other approaches, nerves such as suprascap-

ular, occipital, intercostal, intercostobrachial, lateral femoral cutaneous nerves, the dorsal arms of spinal nerves and the branches of the trigeminal nerve. Radiofrequency of peripheral nerves is applied in the treatment of pain caused by neuroma of peripheral nerves, as well as in the case of stump pain. Radiofrequency of intercostal nerves can be carried out to treat cancer pain in the case of metastases to the chest wall. Due to the scope of dermatome innervation, in order for the procedure to be effective, it has to be carried out within the area of two neighbouring intercostal spaces. Radiofrequency techniques are also applied by neurosurgeons in neurodestructive procedures within the scope of the second and the third neuron (cordotomy and rhizotomy) in severe, pharmacotherapy-resistant neuropathic pain caused by cancer (Pancoast tumour, pleural cancer, brachial plexus infiltration) [19].

PRF is also increasingly applied in the treatment of **occipital neuralgia**, defined as paroxysmal, acute headache in the greater, lesser, and/or third occipital nerve distributions, having a significantly negative effect on the day-to-day activities and QoL of those affected. Most cases of neuralgia are caused by osteoarthritis of the cervical spine (compression of the nerve root C2), or hyperextension of the cervical spine. A number of pain syndromes are idiopathic and it is impossible to confirm the structural changes responsible for the pain [19]. There are no specified treatment standards for the treatment of this pain syndrome so far. Pharmacological treatment and physiotherapy are applied and, in the case of their inefficacy, interventional methods such as local blockades with the use of LA and corticosteroids, implanted subcutaneous neurostimulators are implemented. In recent years, PRF has been widely recommended as an efficient and safe method, in comparison to the above-mentioned techniques, ensuring a significant, long-term pain relief [19, 20].

Potential complications of PRF occur rarely (infections and local bleeding), while the infiltration of occipital nerves can be accompanied by a series of undesirable side effects: periodic nausea, gait disturbance, injection site soreness, bradycardia, and focal alopecia [21, 22]. Lavin and Workman also described a case of Cushing's syndrome (intermittent hypertension, severe muscle weakness, fluid retention) after serial occipital nerve blocks containing corticosteroid [23]. Manolitsis et al. conclude, on the basis of literature review, that PRF is a widely applied and recommended method in the treatment of occipital neuralgia, although there is a lack of well-designed randomized controlled trials (RCTs) and research involving large groups of patients that compares PRF with other interventional

methods [20]. The authors further note the need to develop a protocol for an appropriate qualification of the patients for the procedure (diagnostic blockades), as well as the application of USG methods in order to make visible the location of the nerves and precisely define the technical parameters of the very procedure of PRF, in order to compare the research results of various authors and unequivocally define the significance of this technique in the treatment of occipital neuralgia [20].

Supraclavicular nerves radiofrequency is a commonly implemented, simple procedure. USG is the recommended imaging method in this neurodestructive technique. An indication for the procedure is a painful shoulder syndrome, characterized by the presence of severe pain, motor deficiency and the impairment of the functions of the upper limb. It occurs as a result of an injury or progressive osteoarthritis. It is treated predominantly with the use of pharmacotherapy, mainly NSAIDs, physiotherapy, and, in the case of no improvement, with supraclavicular blockades with the use of LA and radiofrequency. Many data in the literature confirm a high level of efficacy and safety of this latter procedure [14].

Trigeminal neuralgia (neuralgia trigemini, tic douloureux) is one of the most common neuralgia in the facial area. It can be characterised by episodes of severe, shooting attacks of pain lasting for a few seconds, affecting one side of the face at a time, within at least one of the branches of a trigeminal nerve. The frequency of these attacks increases with age and equals 3–6 cases per 100,000 people per year. Pharmacological treatment is predominantly based on the application of antiepileptic drugs with carbamazepine as a first line, which is effective in approximately 80% of treated patients [1, 2].

In the case of patients with trigeminal neuralgia resistant to pharmacological treatment, the radiofrequency procedure of Gasser's ganglion can be conducted, with a high efficacy rate (75–95%) [1–3]. CRF as a minimally invasive and effective treatment method, applied for the first time in 1974, is a recognised and widely spread interventional technique. According to data in the literature, it is characterised by a higher level of analgesic efficacy compared to PRF. A new method (CCRF, combined application of CRF and PRF) consisting of the application of conventional and pulsed radiofrequency in one procedure has been reported in the recent years. According to some authors, this technique is considered to be an equally effective and safe method of pain treatment in trigeminal neuralgia [24, 25].

Some of the severe, although fortunately rare, complications include meningitis, abscess, blindness,

cranial nerve palsy. Some of the frequently occurring (from 0.4–0.8 until 30%) effects are: facial and masseter spasms, hyperesthesia in the dermatome area, burning pain and swelling of the face. Sensory disorders occur in approximately 25% of the patients. Painful anaesthesia (*anaesthesia dolorosa*) can be observed in 1%, cornea inflammation occurs in 1–2%, while up to 20% of patients suffer from corneal numbness. One of the factors affecting the efficacy and safety of the procedure is the possibility of imaging the craniofacial anatomical structures in order to achieve the most precise location of the needle. Imaging techniques have developed significantly in the recent years and computed tomography (CT) is applied alongside fluoroscopy, as well as semi-conductor laser locators and 3D-printed template guidance. This allows the procedure to be shortened significantly and increases the comfort and the safety of the patient during the procedure [24].

Summary

Conventional and pulsed radiofrequency procedures have become recognized in interventional pain treatment in recent years. One of their characteristics is high efficacy — a significant pain relief, irrespective of the application site, lasting from several to a dozen months. The high level of safety associated with the procedure should be particularly highlighted. In order to define the methodology (according to EBM) in specific pain syndromes, i.e. the appropriate qualification of patients, the manner of conducting diagnostic blockades, the recommended anatomical access, physical parameters for radiofrequency (application time and recommended temperature), there is a need for further, well-designed, RCTs involving large group of patients. The possibility of using increasingly precise imaging techniques (USG, CT, laser techniques, 3D printing) is a significant factor allowing radiofrequency procedures to be conducted in an effective and safe manner.

References

1. Malec-Milewska M, Wordliczek J, Dobrogowski J. Interwencyjne metody leczenia bólu. In: Malec-Milewska M, Woroń J. ed. Kompendium leczenia bólu. Med Education, Warszawa 2017: 675–702.
2. Dobrogowski J, Malec-Milewska M, Król A, Grzywna E, Moskala M. Blokady neurologiczne i inne zabiegi neurodestrukcyjne. In: Dobrogowski J. ed. Leczenie bólu. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2017: 178–197.
3. Malec-Milewska M, Kołgda I, Sekowska A, et al. Zastosowanie termolezji w leczeniu bólu przewlekłego opornego na farmakoterapię. Radiofrequency ablation for the management of the pharmacotherapy resistant chronic pain. Post Nauk Med. 2014; 27(5): 317–322.

4. Chua NHL, Vissers KC, Sluijter ME. Pulsed radiofrequency treatment in interventional pain management: mechanisms and potential indications—a review. *Acta Neurochir (Wien)*. 2011; 153(4): 763–771, doi: [10.1007/s00701-010-0881-5](https://doi.org/10.1007/s00701-010-0881-5), indexed in Pubmed: [21116663](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21116663/).
5. Sluijter ME, Imani F. Evolution and mode of action of pulsed radiofrequency. *Anesth Pain Med*. 2013; 2(4): 139–141, doi: [10.5812/aapm.10213](https://doi.org/10.5812/aapm.10213), indexed in Pubmed: [24223349](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24223349/).
6. Cohen SP, Hurley RW, Christo PJ, et al. Clinical predictors of success and failure of lumbar facet radiofrequency denervation. *Clin J Pain*. 2007; 23(1): 45–52, doi: [10.1097/01.ajp.0000210941.04182.ea](https://doi.org/10.1097/01.ajp.0000210941.04182.ea), indexed in Pubmed: [17277644](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17277644/).
7. Erdine S, Yucel A, Cimen A, et al. Effects of pulsed versus conventional radiofrequency current on rabbit dorsal root ganglion morphology. *Eur J Pain*. 2005; 9(3): 251–256, doi: [10.1016/j.ejpain.2004.07.002](https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2004.07.002), indexed in Pubmed: [15862474](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15862474/).
8. Cahana A, Vutskits L, Muller D. Acute differential modulation of synaptic transmission and cell survival during exposure to pulsed and continuous radiofrequency energy. *J Pain*. 2003; 4(4): 197–202, indexed in Pubmed: [14622704](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14622704/).
9. Higuchi Y, Nashold BS, Sluijter M, et al. Exposure of the dorsal root ganglion in rats to pulsed radiofrequency currents activates dorsal horn lamina I and II neurons. *Neurosurgery*. 2002; 50(4): 850–5; discussion 856, doi: [10.1097/00006123-200204000-00030](https://doi.org/10.1097/00006123-200204000-00030), indexed in Pubmed: [11904038](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11904038/).
10. Hamann W, Abou-Sherif S, Thompson S, et al. Pulsed radiofrequency applied to dorsal root ganglia causes a selective increase in ATF3 in small neurons. *Eur J Pain*. 2006; 10(2): 171–176, doi: [10.1016/j.ejpain.2005.03.001](https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2005.03.001), indexed in Pubmed: [16310722](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16310722/).
11. Bogduk N. Pulsed radiofrequency. *Pain Med*. 2006; 7(5): 396–407, doi: [10.1111/j.1526-4637.2006.00210.x](https://doi.org/10.1111/j.1526-4637.2006.00210.x), indexed in Pubmed: [17014598](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17014598/).
12. Hagiwara S, Iwasaka H, Takeshima N, et al. Mechanisms of analgesic action of pulsed radiofrequency on adjuvant-induced pain in the rat: roles of descending adrenergic and serotonergic systems. *Eur J Pain*. 2009; 13(3): 249–252, doi: [10.1016/j.ejpain.2008.04.013](https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2008.04.013), indexed in Pubmed: [18539061](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18539061/).
13. Çetin A, Yektaş A. Evaluation of the Short- and Long-Term Effectiveness of Pulsed Radiofrequency and Conventional Radiofrequency Performed for Medial Branch Block in Patients with Lumbar Facet Joint Pain. *Pain Res Manag*. 2018; 2018: 7492753, doi: [10.1155/2018/7492753](https://doi.org/10.1155/2018/7492753), indexed in Pubmed: [30595777](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30595777/).
14. Cohen SP, Van Zundert J. Pulsed radiofrequency: rebel without cause. *Reg Anesth Pain Med*. 2010; 35(1): 8–10, doi: [10.1097/AAP.0b013e3181c7705f](https://doi.org/10.1097/AAP.0b013e3181c7705f), indexed in Pubmed: [20048652](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20048652/).
15. Zheng B, Song Li, Liu H. Pulsed radiofrequency of brachial plexus under ultrasound guidance for refractory stump pain: a case report. *J Pain Res*. 2017; 10: 2601–2604, doi: [10.2147/JPR.S148479](https://doi.org/10.2147/JPR.S148479), indexed in Pubmed: [29158692](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29158692/).
16. Jamison DE, Cohen SP. Radiofrequency techniques to treat chronic knee pain: a comprehensive review of anatomy, effectiveness, treatment parameters, and patient selection. *J Pain Res*. 2018; 11: 1879–1888, doi: [10.2147/JPR.S144633](https://doi.org/10.2147/JPR.S144633), indexed in Pubmed: [30271194](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30271194/).
17. Louis ML, Magalon J, Jouve E, et al. Growth Factors Levels Determine Efficacy of Platelets Rich Plasma Injection in Knee Osteoarthritis: A Randomized Double Blind Noninferiority Trial Compared With Viscosupplementation. *Arthroscopy*. 2018; 34(5): 1530–1540.e2, doi: [10.1016/j.arthro.2017.11.035](https://doi.org/10.1016/j.arthro.2017.11.035), indexed in Pubmed: [29366744](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29366744/).
18. Malec-Milewska M, Horosz B, Kosson D, et al. The effectiveness of neurolytic block of sphenopalatine ganglion using zygomatic approach for the management of trigeminal neuropathy. *Neurol Neurochir Pol*. 2015; 49(6): 389–394, doi: [10.1016/j.pjnns.2015.08.010](https://doi.org/10.1016/j.pjnns.2015.08.010), indexed in Pubmed: [26652873](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26652873/).
19. Restrepo-Garces CE, Marinov A, McHardy P, et al. Pulsed radiofrequency under ultrasound guidance for persistent stump-neuroma pain. *Pain Pract*. 2011; 11(1): 98–102, doi: [10.1111/j.1533-2500.2010.00398.x](https://doi.org/10.1111/j.1533-2500.2010.00398.x), indexed in Pubmed: [20642489](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20642489/).
20. Manolitsis N, Elahi F. Pulsed radiofrequency for occipital neuralgia. *Pain Physician*. 2014; 17(6): E709–E717, indexed in Pubmed: [25415786](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25415786/).
21. Naja ZM, El-Rajab M, Al-Tannir MA, et al. Repetitive occipital nerve blockade for cervicogenic headache: expanded case report of 47 adults. *Pain Pract*. 2006; 6(4): 278–284, doi: [10.1111/j.1533-2500.2006.00096.x](https://doi.org/10.1111/j.1533-2500.2006.00096.x), indexed in Pubmed: [17129309](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17129309/).
22. Slavin KV, Nersesyan H, Wess C. Peripheral neurostimulation for treatment of intractable occipital neuralgia. *Neurosurgery*. 2006; 58(1): 112–9; discussion 112, doi: [10.1227/01.neu.0000192163.55428.62](https://doi.org/10.1227/01.neu.0000192163.55428.62), indexed in Pubmed: [16385335](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16385335/).
23. Lavin PJ, Workman R. Cushing syndrome induced by serial occipital nerve blocks containing corticosteroids. *Headache*. 2001; 41(9): 902–904, indexed in Pubmed: [11703480](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11703480/).
24. Wu H, Zhou Ju, Chen J, et al. Therapeutic efficacy and safety of radiofrequency ablation for the treatment of trigeminal neuralgia: a systematic review and meta-analysis. *J Pain Res*. 2019; 12: 423–441, doi: [10.2147/JPR.S176960](https://doi.org/10.2147/JPR.S176960), indexed in Pubmed: [30697063](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30697063/).
25. Chua NH, Halim W, Beems T, et al. Pulsed radiofrequency treatment for trigeminal neuralgia. *Anesth Pain Med*. 2012; 1(4): 257–261, doi: [10.5812/aapm.3493](https://doi.org/10.5812/aapm.3493), indexed in Pubmed: [24904811](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24904811/).

Hanna Justyna Kucia¹, Małgorzata Malec-Milewska¹ , Agnieszka Sękowska^{1,2} 

¹Poradnia leczenia bólu, Oddział Anestezjologii i Intensywnej Opieki Medycznej, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa

²Oddział Anestezjologii i Intensywnej Opieki Medycznej, Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa

Termolezja — interwencyjna metoda leczenia przewlekłego bólu: mechanizmy działania przeciwbólowego, wskazania oraz zastosowanie w wybranych zespołach bólowych

Artykuł jest tłumaczeniem pracy: Kucia H.J., Malec-Milewska M., Sękowska A., Radiofrequency — an interventional method of chronic pain treatment: mechanisms of analgesic action, indications and application in selected pain syndromes.

Palliat. Med. Pract. 2019 tom 13, nr 2: 70–75.

Należy cytować wersję pierwotną.

Piśmiennictwo znajduje się na stronach 74–75.

Streszczenie

Termolezja konwencjonalna (CRF, *conventional radiofrequency*) jest interwencyjną metodą leczenia bólu przewlekłego, wykorzystującą fale elektromagnetyczne o częstotliwości fal radiowych (lub wyższe) i polega na kontrolowanym użyciu wysokiej temperatury w celu zniszczenia włókien współczulnych i/lub włókien czuciowych. W zależności od miejsca wykonywania zabiegu czas aplikacji wynosi 60 s, a temperatura uzyskiwana w tkankach 60–90°C. Odmianą metodą leczniczą z zastosowaniem również fal radiowych o wysokiej częstotliwości jest termolezja pulsacyjna (PRF, *pulse radiofrequency*). Polega ona na zastosowaniu serii 20 ms impulsów prądu o częstotliwości 2 Hz o określonym napięciu (2–45 V), w wyniku czego wokół elektrody temperatura wzrasta do około 42–50°C. Według definicji *International Association for Study of Pain* (IASP) wskazaniem do zastosowania technik interwencyjnych jest przewlekły ból niereagujący na leczenie farmakologiczne i metody nieinwazyjne przy pozytywnej odpowiedzi na blokadę diagnostyczną. W pracy omówiono mechanizm działania termolezji konwencjonalnej i pulsacyjnej, zastosowanie w wybranych zespołach bólowych, najczęstsze powikłania i objawy niepożądane. Na podstawie doniesień z literatury przedstawiono skuteczność i bezpieczeństwo CRF i PRF w leczeniu bólu kręgosłupa lędźwiowo-krzyżowego, stawów kolanowych, neuralgii potylicznej, zespołu bolesnego barku, neuralgii/neuropatii trójdzielnej, neuropatiach obwodowych, bólach neuropatycznych zależnych od układu współczulnego, a także nowotworowych. Wydaje się, że zastosowanie termolezji oraz jej przydatność, w niektórych zespołach bólowych jest dobrze udokumentowana (neuralgia trójdzielna, migrena Hortona, zmiany zwyrodnieniowe stawów międzywyrostkowych), podczas gdy opracowanie metodyki zabiegu termolezji stawów kolanowych, czy też nerwów potylicznych pomimo obiecujących wyników wymaga dalszych badań. Istotnym czynnikiem skutecznego i bezpiecznego przeprowadzenia termolezji jest możliwość użycia coraz dokładniejszych metod obrazowania (USG, tomografia komputerowa, techniki laserowe, druk-3D).

Palliat Med Pract 2019; 13, 2: 76–81

Słowa kluczowe: termolezja, termolezja pulsacyjna, interwencyjne metody leczenia bólu, leczenie bólu przewlekłego, neuralgia potyliczna, neuralgia trójdzielna, zespół stawów międzywyrostkowych

Adres do korespondencji:

Hanna Justyna Kucia

Poradnia leczenia bólu, Oddział Anestezjologii i Intensywnej Opieki Medycznej,
Centrum Medyczne Kształcenia Podyplomowego, Warszawa

e-mail: hannak@onet.pl



Palliative Medicine in Practice 2019; 13, 2, 76–81

Copyright © Via Medica, ISSN 2545–0425

Wstęp

Konwencjonalna termolezja (CRF, *conventional radiofrequency*) to interwencyjna metoda leczenia przewlekłego bólu polegająca na kontrolowanym stosowaniu wysokiej temperatury w celu wywołania ablacji termicznej włókien współczulnych i/lub czuciowych. Urządzenia, których używa się podczas zabiegu termolezji, to generatory fal elektromagnetycznych, których częstotliwość jest taka sama bądź wyższa niż częstotliwość fal radiowych (420 kHz), dzięki czemu powodują one miejscowe podniesienie energii termicznej podczas rozprzestrzeniania się w tkankach. Temperatura pomiędzy 45 a 65°C może powodować selektywne uszkodzenie w przewodzących ból włóknach A-delta oraz C, nie uszkadzając jednocześnie grubszych włókien ruchowych, które są odporne na zastosowane niskiej temperatury. Aby procedurę przeprowadzono w sposób precyzyjny i bezpieczny, niezbędna jest odpowiednia ocena położenia nieizolowanej końcówki igły, działającej jako aktywna elektroda przewodząca temperaturę do tkanek. Urządzenie może prowadzić pomiar oporu elektrycznego (impedancji) oraz temperatury tkanek, a także generować dwa typy stymulacji: sensoryczną — o częstotliwości 50–100 Hz, oraz motoryczną o częstotliwości 2–5 Hz. Pacjenci zgłaszają uczucie ciepła i mrowienia, a także niewielki ból podczas stymulacji wysoką częstotliwością, a podczas stymulacji niską częstotliwością pojawia się skurcz odpowiednich mięśni. Brak powyższych objawów wskazuje, że położenie elektrody musi zostać skorygowane. Podczas leczenia CRF urządzenie może zostać zaprogramowane na odpowiednią temperaturę oraz czas działania [1–3].

Termolezja pulsacyjna (PRF, *pulsed radiofrequency*) stanowi kolejną metodę, w przypadku której stosowane są fale radiowe o wysokiej częstotliwości. Metoda ta miała być równie bądź bardziej skuteczna niż metoda CRF, skutkując jednocześnie mniejszym uszkodzeniem tkanek. Polega ona na zastosowaniu serii 20 m sec impulsów prądu o częstotliwości 2 Hz oraz o określonym napięciu (2–45 V), co prowadzi do wzrostu temperatury wokół elektrody (42–50°C) oraz do wytworzenia słabego pola elektrycznego, odrobinę silniejszego jednak niż w przypadku metody CRF. Mechanizmu przeciwbólowego działania metody PRF, który polega na długotrwałej i stabilnej redukcji przewlekłego bólu w wielu przypadkach klinicznych, całkowicie nie wyjaśniono. Uważa się, że zniszczenie włókien nerwowych będące rezultatem podniesionej temperatury jest o wiele mniej istotne, co skutkuje wyższym stopniem bezpieczeństwa zabiegu. Większość badań wskazuje aktualnie na efekt neuromodulacyjny metody PRF, jego wpływ na proces

przebiegu synaptycznego, a także na procesy immunologiczne.

Pole elektryczne wytwarzane przez PRF może zmienić sygnał bólowy oraz selektywnie wpłynąć na niezmielinizowane włókna C [4–7]. Biologiczne skutki słabego pola elektrycznego (9 V, 42°C) polegające na hamowaniu potencjału działania komórek, udowodnił między innymi Cahana, który obserwował skutki metod PRF i CRF na wybranych strukturach mózgu (hipokamp) [8]. Ekspresję czynnika martwicy nowotworu α (TNF- α , *tumor necrosis factor α*) udowodniono w monocytach ekspozycjach na pole elektryczne o 500 V/m. Wydaje się, że pośredni efekt tak słabego pola może mieć znaczenie, pomimo że jego efekt bezpośredni jest nieistotny. Udowodniono, że wdrożenie metody PRF w zwoju nerwowym korzenia grzbietowego (DRG, *dorsal root ganglion*) u badanych zwierząt intensyfikuje ekspresję C-Fos protoonkogenu należącego do genów wczesnej odpowiedzi komórkowej, pośredniego markera aktywności nerwowej. Jego obecność wskazuje na pobudzenie włókien nerwowych w polu elektrycznym podczas działania pulsacyjnej termolezji [9, 10]. Zaobserwowany wzrost aktywności czynnika transkrypcyjnego-3 (ATF-3), biologicznego markera stresu komórkowego, wskutek pulsacyjnej termolezji w L4 zwoju nerwowego korzenia grzbietowego, ma podobne znaczenie [11]. Hagiwara i wsp. zaprezentowali wyniki eksperymentalnego badania, które potwierdziło neuromodulacyjny wpływ metody PRF na ból neuropatyczny, co miało miejsce poprzez zwiększenie aktywności układu zstępującego antynocycetywnego, układu noradrenergicznego oraz układu serotonergicznego [12]. Termolezja jest z tego powodu również stosowana w krótkoterminowej stymulacji sznura przedniego rdzenia kręgowego w przypadkach zespołów bólowych kręgosłupa. Technika ta daje u niektórych długotrwałą ulgę w bólu.

Wskazania do termolezji

Według Międzynarodowego Towarzystwa Badania Bólu jednym ze wskazań do zastosowania metod interwencyjnych jest przewlekły ból, oporny na metody nieinwazyjne oraz na leczenie farmakologiczne, z pozytywną reakcją na blokadę prognostyczną [1–3]. Zespoły przewlekłego bólu, których leczenie może obejmować zastosowanie termolezji, to: zespoły bólowe kręgosłupa, stawu krzyżowo-biodrowego, ból szyi, nerwobóle międzyżebrowe i potyliczne, choroba zwyrodnieniowa stawu kolanowego, bóle kikuta-nerwiaki, nerwobóle, neuralgia trójdzielna [1–4]. Przeciwwskazania do zastosowania zabiegu są szczególne i zależą od budowy struktur nerwowych — ten typ destrukcji ma na celu uszkodzenie małych struktur nerwowych.

Producenci urządzeń do termolezji odradzają przeprowadzanie zabiegu u pacjentów z rozrusznikami.

Działania niepożądane, powikłania

Najpowszechniejsze objawy obejmują zwiększone napięcie mięśni w miejscu wprowadzenia igły; może ono utrzymywać się do kilku tygodni. Uczucie palącego bólu w dermatomie unerwionym przez uszkodzony nerw może utrzymywać się do trzech tygodni. Objawy te mogą wynikać z uszkodzenia nerwu oraz z reakcji zapalnej w jego osłonkach oraz w otaczających go tkankach (zapalenie neurogenne); dobre wyniki daje zazwyczaj leczenie niesteroidowymi lekami przeciwzapalnymi (NLPZ). W niektórych przypadkach konieczne jest jednak zastosowanie leków opioidowych i/lub przeciwpadaczkowych. Natężenie bólu można znacząco zmniejszyć po zakończeniu zabiegu, podając 10 mg pentoksyfiliny do obszaru nerwu, antynocyninę oraz lek z grupy NLPZ lub kortykosteroid [1–4]. Szczególne powikłania wynikające z nieprawidłowej techniki operacyjnej mogą stanowić kolejny problem — uszkodzenie struktury anatomicznej otaczającej wybrany nerw/zwój.

Zastosowanie termolezji

Lezja przezskórna tkanek nerwowych z wykorzystaniem prądu elektrycznego została po raz pierwszy zastosowana przez Krischnera w 1931 roku. Wprowadził on elektrodę o nieizolowanej końcówce do zwoju Gassera u pacjenta z neuralgią trójdzielną oraz, wykorzystując urządzenie do diatermii, spowodował leżę termiczną zwoju. Ponieważ urządzenie wprowadzone w latach 50 XX wieku wyposażone było w generator o częstotliwości 300–500 kHz, a produkowany przez nie prąd miał częstotliwość podobną do częstotliwości nadawczej, wykorzystanie prądu z częstotliwością fal radiowych w termolezji zostały powszechnie przyjęte. Metoda PRF została po raz pierwszy zastosowana w 1996 roku w celu leczenia lumbago. **Obydwie techniki termolezji są od tego czasu z powodzeniem stosowane w leczeniu różnych zespołów bólowych: bólu stawu krzyżowo-biodrowego, chorobie zwyrodnieniowej stawu międzywyrostkowego, chorobie zwyrodnieniowej dysku, w bólu barku, bólu pooperacyjnym, bólu korzeniowego szyjnym, bólu twarzy wraz z nerwobólami, neuralgią trójdzielną, bólu pachwiny oraz w bólach mięśniowo-powięziowych [14, 15].** Cetin i Yektas porównali skuteczności metod CFR i PFR w leczeniu bólów stawu lędźwiowego związanych z bólem dolnego odcinka pleców (zespół stawów międzywyrostkowych). Uważa się, że złotym standardem w leczeniu tego zespołu bó-

lowego jest termolezja gałęzi przyśrodkowych gałęzi grzbietowych, które unerwiają stawy międzywyrostkowe — 1B+ zgodnie z medycyną opartą na faktach (EBM, *Evidence Based Medicine*) [13, 14]. Zaleca się przeprowadzanie powtarzającej się blokady stawów międzywyrostkowych z zastosowaniem różnych środków znieczulających miejscowo w celu precyzyjnego określenia położenia bolącego stawu i oszacowania trwania działania środka znieczulającego miejscowo. Pełne bądź znaczne zniesienie bólu po blokadzie miejscowej, odczuwane przez pacjenta w okresie działania środka znieczulającego miejscowo potwierdza, że obszar pochodzenia bólu, w którym należy zastosować termolezję, określono poprawnie [1, 13]. Autorzy dowiedli, że metoda CRF w badanej grupie pacjentów skutkowała efektywnym zniesieniem bólu (NRS < 5) u 88,38% pacjentów, zarówno krótkoterminowo (1, 3, 6 miesięcy), jak i w dłuższym czasie (1, 2 lata) okresu obserwacyjnego. Podobnie, pacjenci, którzy przeszli zabieg CRF oceniali swoją jakość życia (QoL, *quality of life*) i poziom codziennej aktywności po zabiegu lepiej aniżeli pacjenci, których poddano zabiegowi PRF. U pacjentów, których poddano zabiegowi PRF o wiele częściej konieczne było kilkakrotne powtórzenie zabiegu w celu utrzymania zadowalającej ulgi w bólu. Zaprezentowane wyniki są zgodne z innymi danymi z literatury. Chua i wsp. zauważyli również, na podstawie dostępnych, losowych prób kontrolowanych oraz dobrze zaprojektowanych przyszłych obserwacji, że PRF jest mniej skutecznym zabiegiem w leczeniu bólów stawu lędźwiowego związanych z bólem pleców [4]. Wyższa skuteczność CRF wskazuje, że PRF nie skutkuje wystarczającą leżą gałęzi nerwowych, wskutek czego zabieg musi być powtarzany w celu osiągnięcia wyników podobnych do tych, które osiągane są dzięki metodzie CRF. Standardowa procedura CRF polega na osiągnięciu temperatury rzędu 80°C w tkankach na końcówce elektrody na około 60–90 s, powodując maksymalną ablację gałęzi przyśrodkowych. Efektem niepożądanym takiego zabiegu termolezji jest możliwość wystąpienia wyżej wspomnianego zapalenia neurogennego, które zazwyczaj leczy się za pomocą NLPZ. W przeciwieństwie do CRF w metodzie PRF wykorzystuje się stymulację impulsową, poddając tkanki działaniu pola elektrycznego o niższej temperaturze, wynoszącej 42–45°C, która — bardzo rzadko — powoduje leżę tkanki.

Termolezja jest również wykorzystywana w przypadku **przewlekłego bólu kolana**. Ból kolana pojawia się u 45% ludzi w ciągu całego życia, powodując niepełnosprawności i obniżenie jakości życia. Najczęstszą przyczyną przewlekłego bólu jest choroba zwyrodnieniowa, polegająca na utracie chrząstek stawowych. Inne przyczyny obejmują urazy, reumatoidalne zapa-

lenie stawów, dnę moczanową oraz ból pooperacyjny [16, 17]. Leczenie bazuje głównie na fizjoterapii, farmakoterapii, iniekcjach wewnątrzstawowych i okołostawowych, zabiegach chirurgicznych różnego stopnia. Substancje podawane wewnątrz- i okołostawowo to najczęściej kortykosteroidy, plazma bogatopłytkowa, wiskosuplementy (kwas hialuronowy) lub substancje bazujące na komórkach macierzystych, a także czynniki prozapalne stosowane w leczeniu alternatywnym. Ból spowodowany ostrą chorobą zwyrodnieniową stawów często jest oporny na leczenie i może utrzymywać się u aż do 40% pacjentów, którzy przeszli operację wymiany stawu kolanowego, spośród których 15% opisuje go jako silny (NRS 7–8). Należy zauważyć, że iniekcje wewnątrzstawowe nie są możliwe u pacjentów z endoprotezami stawów — w tym przypadku termolezja stanowi wartościową alternatywę.

Jamison i Cohen porównali oraz omówili 9 badań klinicznych, w których udział wzięło 592 pacjentów, u których zastosowano metodę PRF w celu leczenia choroby zwyrodnieniowej stawu kolanowego oraz przewlekłego bólu pooperacyjnego [16]. Autorzy doszli do wniosku, że termolezja stanowi skuteczną i bezpieczną metodę przeciwbólową u odpowiednich pacjentów oraz że zmniejszenie natężenia bólu utrzymuje się przez 3–12 miesięcy, podobnie jak w przypadku leczenia innych stawów. W żadnym z badań nie zaobserwowano poważnych skutków niepożądanych. Pacjenci opisali przejściowe, samoograniczające się zaburzenia czuciowe, lokalne krwawienia, infekcje, sińce. Pomimo dobrze rozwiniętego systemu tętnic stawu kolanowego, poważne komplikacje pojawiają się głównie podczas operacji kolana. Wszyscy powyżsi autorzy odnotowali trudność w interpretacji wyników badań ze względu na duże rozbieżności w metodologiach zabiegów (np. w czasie trwania), a także na różne techniki ukierunkowane na różne nerwy kolanowe oraz umiejscowienia anatomiczne. Unerwienie stawu kolanowego pochodzi z gałęzi trzech głównych nerwów: nerwu kulszowego, udowego oraz zaślونowego; wszystkie one wywodzą się ze spłotu lędźwiowego. Podobnie, zastosowanie oraz skuteczność blokad prognostycznych poprzedzających zabieg pozostaje niejasne i wymaga przeprowadzenia odpowiednio zaprojektowanego badania [16].

Termolezję stosuje się również w przypadku **przewlekłego bólu neuropatycznego, zależnego od układu współczulnego i układu przywspółczulnego**. Przykładem takiej interwencji jest termolezja (neuroлиза) zwoju skrzydłowo-podniebiennego, w którym znajdują się włókna czuciowe (z nerwu szczękowego), włókna współczulne (z nerwu skalistego głębokiego), włókna przywspółczulne z nerwu skalistego większego (z nerwu twarzowego). Termolezja zwoju jest

stosowana u pacjentów cierpiących na **ból głowy Hortona (klasterowy ból głowy — ból zależny przywspółczulnie)**, u pacjentów z nerwobólami oraz trójdzielną neuropatią nerwów — ból zależny współczulnie, u pacjentów z rakiem twarzoczaszki. Trudny technicznie zabieg powinien być wykonywany przez doświadczonego lekarza i być nadzorowany za pomocą radiografii [18].

Termolezja zwoju gwiaździstego wprowadzana jest w przypadku **niewystarczającego krążenia obwodowego w kończynach górnych oraz w przypadkach neuropatycznych zespołów bólowych, takich jak bóle fantomowe, zespół Pancoasta**. Termolezja (neuroлиза) zwoju **Waltera**, który stanowi ostatni odcinek pnia współczulnego zlokalizowanego w obszarze jamy brzusznej kości guzicznej wykazuje dobry efekt przeciwbólowy w przypadku bólów **związanych z nowotworami krocza oraz odbytu**, w szczególności w przypadku bólów fantomowych oraz po przebytej przedniej resekcji, a także w przypadku bólów **dolnego odcinka miednicy** [1–3]. W przypadku bólów krążeniowych kończyn dolnych oraz w przypadku neuropatycznych bólów związanych z nowotworami, stosuje się termolezję. Zabieg przeprowadza się pod kontrolą USG lub obrazowania radiograficznego, a jego najpowszechniejsze, bezpośrednie działania niepożądane to hipotonia oraz biegunka pojawiające się wskutek stanu dominacji układu przywspółczulnego [1–3].

Termolezja nerwów obwodowych (w szczególności PRF) jest bezpiecznym zabiegiem, który można przeprowadzić między innymi w nerwach: nadłopatkowym, potylicznym, międzyżebrowym, w nerwie międzyżebrowo-ramiennym, nerwie skórnym uda tylnym, oraz w gałęziach grzbietowych nerwów rdzeniowych, a także w gałęziach nerwu trójdzielnego. Termolezja nerwów obwodowych stosowana jest w leczeniu bólu spowodowanego przez nerwiaki nerwów obwodowych, a także w przypadkach bólów kikuta. Termolezja **nerwów międzyżebrowych** może być przeprowadzana w celu leczenia bólów nowotworowych w przypadku przerzutów na ścianę klatki piersiowej. Z uwagi na zakres unerwienia dermatomu, aby zabieg był skuteczny musi zostać przeprowadzony w obszarze dwóch sąsiadujących przestrzeni międzyżebrowych. Techniki termolezji są również stosowane przez neurochirurgów w zabiegach neurodestrukcji w obszarze drugiego i trzeciego neuronu (neuroлиза i rizotomia) w poważnych, opornych na leczenie farmakologiczne przypadkach bólów neuropatycznych powodowanych przez nowotwory (guz Pancoasta, nowotwór opłucnej, infiltracja spłotu ramiennego) [19].

Metoda PRF jest również coraz częściej stosowana w leczeniu nerwobóli potylicznych, określanych jako napadowe, ostre bóle głowy w obrębie rozmieszczenia nerwu potylicznego większego, mniejszego i/lub trzeciego mające bardzo negatywny wpływ na codzienne czynności oraz na jakość życia osób, które na nie cierpią. W większości przypadków nerwobóle powoduje choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa szyjnego (ucisk korzenia nerwu C2) lub przeprost kręgosłupa szyjnego. Duża liczba zespołów bólowych to bóle idiopatyczne i nie ma możliwości potwierdzenia zmian strukturalnych odpowiedzialnych za występowanie bólu [19]. Jak dotąd nie powstały określone standardy leczenia tego zespołu bólowego. Stosuje się leczenie farmakologiczne i fizjoterapię; w przypadku ich niepowodzenia stosowane są metody interwencyjne, takie jak blokady miejscowe z wykorzystaniem środków znieczulających miejscowo oraz kortykosteroidów, wszczepianie podskórnych neurostimulatorów. W ostatnich latach PRF jest szeroko polecane jako metoda skuteczna i bezpieczna w porównaniu z wyżej wspomnianymi technikami; zapewnia ona znaczną i długotrwałą ulgę w bólu [19, 20].

Potencjalne komplikacje zabiegu PRF mają miejsce rzadko (są to infekcje i miejscowe krwawienia), podczas gdy infiltracji nerwów potylicznych może towarzyszyć wiele niepożądanych skutków: okresowe nudności, zaburzenia chodu, ból w miejscu iniekcji, bradykardia oraz ogniskowe łysienie [21, 22]. Lavin i Workman opisali również przypadek zespołu Cushinga (przejściowe nadciśnienie, silne zwiotczenie mięśni, zatrzymanie płynów) po kilku blokadach nerwów potylicznych z podaniem kortykosteroidów [23]. Manolitsis i wsp. ustalili na podstawie przeglądu literatury, że PRF jest szeroko stosowaną i zalecaną metodą w leczeniu nerwobóli potylicznych, lecz brak jest odpowiednio zaprojektowanych losowych prób kontrolowanych (RCT, *randomized controlled trials*) oraz badań obejmujących duże grupy pacjentów, które porównywałyby PRF z innymi metodami interwencyjnymi [20]. Autorzy stwierdzają ponadto, że istnieje potrzeba stworzenia protokołu dla odpowiedniej kwalifikacji pacjentów do zabiegu (blokady diagnostyczne), oraz zastosowania metody USG w celu uwidocznienia położenia nerwów, oraz precyzyjnego określenia parametrów technicznych zabiegu PRF w celu porównania wyników badania różnych autorów, oraz jednoznacznego zdefiniowania istoty tej techniki w leczeniu neurobólów potylicznych [20].

Termolezja nerwów nadobojczykowych jest powszechnie stosowanym, prostym zabiegiem. Zalecaną metodą obrazowania w przypadku tej techniki neurodestrukcyjnej jest USG. Wskazaniem do zabiegu jest zespół bólowy ramienia, który charakteryzuje

obecność silnego bólu, upośledzenie ruchowe oraz upośledzenie czynności górnej kończyny. Pojawia się on w wyniku urazu lub postępującej choroby zwyrodnieniowej stawów. Leczona jest ona głównie za pomocą farmakoterapii, głównie NLPZ, fizjoterapii oraz, jeśli nie następuje poprawa, blokadami nadobojczykowymi z zastosowaniem znieczulenia miejscowego oraz termolezji. Wiele danych w literaturze potwierdza wysoki poziom skuteczności oraz bezpieczeństwa tej ostatniej metody [14].

Neuralgia trójdzielna (*neuralgia trigemini*, *tic douloureux*) jest jedną z najpowszechniejszych neuralgii w obszarze twarzy. Można ją scharakteryzować epizodami silnych, kilkusekundowych ataków ostrego bólu, dotykającego w danym momencie jednej strony twarzy, pojawiającego się w obszarze przynajmniej jednej gałęzi nerwu trójdzielnego. Częstotliwość tych ataków wzrasta z wiekiem i wynosi 3–6 przypadków na 100 000 osób rocznie. Leczenie farmakologiczne bazuje głównie na lekach przeciwpadaczkowych z karbamazepiną, stanowiących leczenie pierwszego wyboru, i jest efektywne u około 80% leczonych pacjentów [1, 2].

W przypadku pacjentów z neuralgią trójdzielną oporną na leczenie farmakologiczne można przeprowadzić zabieg termolezji zwoju Gassera o wysokim stopniu skuteczności (75–95%) [1–3]. Metoda CRF, jako minimalnie inwazyjna oraz skuteczna, po raz pierwszy zastosowana w 1974 roku, jest uznaną oraz szeroko stosowaną techniką interwencyjną. Zgodnie z danymi literaturowymi, charakteryzuje ją wysoki poziom skuteczności analgetycznej w porównaniu z metodą PRF. W ostatnich latach została przedstawiona nową metoda (CCRF, *combined application of CRF and PRF*), polegająca na zastosowaniu konwencjonalnej i pulsacyjnej termolezji w trakcie jednego zabiegu. Według niektórych autorów technika ta jest równie skuteczną i bezpieczną metodą leczenia bólu w trójdzielnej neuralgii [24, 25].

Niektóre z poważnych, choć na szczęście rzadkich, komplikacji obejmują: zapalenie opon mózgowych, ropień, ślepotę, porażenie nerwów czaszkowych. Niektórymi z często pojawiających się (od 0,4–0,8 do 30%) skutków są: skurcze mięśni twarzy i żwaczy, przeczulica w obszarze dermatomu, piekący ból i obrzęk twarzy. Zaburzenia czucia pojawiają się u około 25% pacjentów. Znieczulenie bolesne (*anaesthesia dolorosa*) zaobserwować można u 1% pacjentów, zapalenie rogówki pojawia się u 1–2% pacjentów, a do 20% pacjentów cierpi na niedoczulicę rogówki. Jednym z czynników wpływających na skuteczność oraz bezpieczeństwo zabiegu jest możliwość obrazowania struktury anatomicznej twarzoczaszki, co ma na celu jak najbardziej precyzyjne umiejscowienie igły. Techniki obrazowania rozwinęły się znacząco w ostatnich

latach i tomografia komputerowa (CT, *computed tomography*) stosowana jest obok fluoroskopii, lokalizatorów wykorzystujących laser półprzewodnikowy oraz szablony prowadzący wydrukowany za pomocą drukarki 3D. Pozwala to na znaczące skrócenie zabiegu i zwiększa komfort oraz bezpieczeństwo pacjenta w trakcie jego trwania [24].

Podsumowanie

Zabiegi konwencjonalnej i pulsacyjnej termolezji stały się w ciągu ostatnich lat uznanymi metodami w zakresie leczenia bólu. Jedną z ich cech charakterystycznych jest ich wysoka skuteczność — znaczne zniesienie bólu, niezależnie od miejsca zastosowania metody, trwające od kilku do dwunastu miesięcy. Wy-

soki poziom bezpieczeństwa związany z zabiegiem powinien być szczególnie podkreślony. Aby zdefiniować metodologię (zgodnie z medycyną opartą na faktach) w określonych zespołach bólowych, czyli prawidłową kwalifikację pacjentów, sposób przeprowadzania blokad diagnostycznych, zalecany dostęp anatomiczny, parametry fizyczne dla termolezji (czas trwania oraz zalecana temperatura), konieczne jest przeprowadzenie dalszych, prawidłowo zaprojektowanych losowych badań kontrolowanych obejmujących dużą grupę pacjentów. Możliwość wykorzystania coraz bardziej precyzyjnych technik obrazowania (USG, tomografii komputerowej, technik laserowych, drukowania 3D) jest istotnym czynnikiem pozwalającym na przeprowadzanie zabiegów termolezji w sposób skuteczny i bezpieczny.