

- Mikhailichenko M.V., Kalitko I.M. Device for the endoluminal treatment of blood vessels.
5. *Smith G.* Precious stones. M.: Mir. 1984: 592.
 6. *Shaydakov E.V., Bulatov V.L., Ilyukhin E.A. et al.* Optimal modes of endovenous laser obliteration with wavelengths 970, 1470 and 1560 nm: a retrospective longitudinal cohort multicenter study. *Phlebologia*. 2013; 7 (1): 22–29.
 7. *Shaydakov E.V., Ilyukhin E.A., Grigoryan A.G. et al.* Carbonization in endovascular laser obliteration with radial fiber and wavelengths 1470 and 970 nm. *Angiologia i sosudistaya khirurgia*. 2015; 21 (3): 107–110.
 8. *Shevchenko Yu.L., Stoyko Yu.M., Mazayshvili K.V. et al.* Selection of the optimal irradiation parameters of wavelength 1470 nm for endovenous laser obliteration. *Flebologiya*. 2013; 7 (4): 18–24.
 9. *Schuman V.* World of stone. M.: Mir. 1986: 263.
 10. *Guangzhi He, Chenhong Zheng, Ming-An Yu.* Comparison of ultrasound-guided endovenous laser ablation and radiofrequency for the varicose veins treatment: An updated meta-analysis. *Int. J. Surg.* 2017; Mar. (39): 267–275.
 11. *Lawaetz M., Serup J., Lawaetz B. et al.* Comparison of endovenous ablation techniques, foam sclerotherapy and surgical stripping for great saphenous varicose veins. Extended 5-year follow-up of a RCT. *Int. Angiol.* 2017; Jun. 36 (3): 281–288.
 12. *Masayuki Hirokawa, Nobuhisa Kurihara.* Comparison of bare-tip and radial fiber in endovenous laser ablation with 1470 nm diode laser. *Ann. Vasc. Dis.* 2014; Oct. 7 (3): 239–245.
 13. *Nicolaides A., Kakkos S., Baekgaard N. et al.* Management of chronic venous disorders of the lower limbs. Guidelines According to Scientific Evidence. Part I. *Int. Angiol.* 2018; Jun. 37 (3): 181–254.
 14. *Park J.A., Park S.W., Chang I.S. et al.* The 1,470-nm bare-fiber diode laser ablation of the great saphenous vein and small saphenous vein at 1-year follow-up using 8–12 W and a mean linear endovenous energy density of 72 J/cm. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2014; Nov. 25 (11): 1795–1800.
 15. *Sroka R., Stepp H., Hennig G. et al.* Medical laser application: translation into the clinics. *J. Biomed. Opt.* 2015; Jun. 20 (6): 1–18.

УДК 615.849.19:616.441-008.64:616.447-008.8

ДИНАМИКА УРОВНЯ ПАРАТГОРМОНА ПОСЛЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПАРАЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ

И.В. Смелова¹, Е.С. Головнева², К.В. Никушкина²¹ ГБУЗ «Многопрофильный центр лазерной медицины», Челябинск, Россия² ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет Минздрава России», Челябинск, Россия

Резюме

В клинической практике для коррекции гипотиреоза успешно используется лазерное воздействие. Применяемое лазерное излучение может повлиять на функциональные показатели как щитовидной железы, так и паращитовидных желез, так как они образуют единый морфофункциональный комплекс. Целью исследования являлось изучение влияния инфракрасного лазерного облучения области локализации щитовидной и паращитовидных желез при суммарной плотности дозы с поверхности кожи 112 и 450 Дж/см² на уровень паратгормона (ПТГ) в норме и при гипотиреозе. Эксперимент проведен на 78 лабораторных крысах самцах. Показано, что лазерное воздействие достоверно изменяет уровень паратгормона как у интактных животных, так и у животных с моделью гипотиреоза в зависимости от плотности дозы.

Ключевые слова: лазерное излучение, паращитовидные железы, паратгормон, гипотиреоз.

Для цитирования: Смелова И.В., Головнева Е.С., Никушкина К.В. Динамика уровня паратгормона после воздействия лазерного излучения на паращитовидные железы // Лазерная медицина. – 2018. – Т. 22. – № 4. – С. 44–47.

Контакты: Ирина Викторовна Смелова, e-mail: spiral.siv@mail.ru

DYNAMICS OF PARATHORMONE LEVEL AFTER IRRADIATION OF THE PARATHYROID GLANDS WITH LASER LIGHT

Smelova I.V.¹, Golovneva E.S.², Nikushkina K.V.²¹ Multi-Profile Center of Laser Medicine, Chelyabinsk, Russia² South-Ural State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Chelyabinsk, Russia

Abstract

Laser irradiation has been successfully used to correct hypothyroidism in clinical practice. Laser light irradiation can affect functional parameters of both the thyroid gland and parathyroid glands, since they form a single morphofunctional complex. The aim of the present work was to study the effect of infrared laser irradiation of the location of thyroid and parathyroid glands at parathyroid hormone (PTH) levels in normal conditions and in hypothyroidism. The applied laser light had total density dose on skin surface 112 and 450 J/cm² per. 78 male laboratory rats were used in the trial. It has been shown that laser exposure significantly changes PTH levels in both intact animals and animals with hypothyroidism model depending on the dose density.

Keywords: laser radiation, parathyroid gland, parathyroid hormone, hypothyroidism.

For citation: Smelova I.V., Golovneva E.S., Nikushkina K.V. Dynamics of parathormone level after irradiation of the parathyroid glands with laser light. *J. Laser Medicine*. 2018; 22 (4): 44–47 (in Russian).

Contacts: Irina Smelova, e-mail: spiral.siv@mail.ru

Введение

Заболевания паращитовидных желез занимают в структуре эндокринной патологии третье место после сахарного диабета и тиреопатий. Интерес

исследователей к изучению их морфофункционального состояния в условиях нормы и болезни обусловлен важной ролью, которую они играют в регуляции гомеостаза [7]. Морфология, функция, взаимосвязь с другими

органами, диагностика и лечение заболеваний паразитовидных желез остаются недостаточно изученными [9, 13]. Крысы имеют всего две паразитовидные железы, погруженные в щитовидную железу, по одной в каждой доле. Локализация и кровоснабжение щитовидной и паразитовидных желез позволяют говорить о едином щитовидно-паразитовидном комплексе [1].

После лазерного облучения щитовидной железы изменяется ее структура и гормональная активность, что нашло применение в лечении гипотиреоза [2, 11]. Возможно, что при воздействии различных доз лазерной энергии функциональные изменения будут наблюдаться и в паразитовидных железах, что до настоящего времени не было исследовано.

Целью работы являлось изучение влияния инфракрасного лазерного облучения области локализации щитовидной и паразитовидных желез на уровень паратгормона (ПТГ) сыворотки крови в норме и при экспериментальном гипотиреозе в зависимости от плотности дозы лазерной энергии.

Материал и методы

Эксперимент проведен на 78 беспородных половозрелых лабораторных крысах-самцах весом 200–220 г в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации. Животные разделены на 6 групп: 1) интактные животные; 2) животные с экспериментальным гипотиреозом; 3) лазерное воздействие на интактных крыс, суммарная плотность дозы 112 Дж/см², 0,5 Вт, экспозиция 45 с; 4) лазерное воздействие на интактных крыс, плотность дозы 450 Дж/см², 1,5 Вт, экспозиция 60 с; 5) лазерное воздействие на крыс с моделью гипотиреоза, плотность дозы 112 Дж/см², 0,5 Вт, экспозиция 45 с; 6) лазерное воздействие на крыс с моделью гипотиреоза, плотность дозы 450 Дж/см², 1,5 Вт, экспозиция 60 с.

Гипотиреоз моделировали ежедневным пероральным введением мерказолила (действующее вещество – тиамазол) «Акрихин», Россия, в дозе 25 мг/кг с помощью специального зонда в течение 21 суток [12]. Оценка гипотиреоза проводилась по клиническим признакам, морфологическому состоянию щитовидной железы и уровню тиреоидных гормонов сыворотки.

Лазерное воздействие осуществляли аппаратом ИРЭ «Полюс» (Россия), длина волны 970 нм, начиная со следующего дня после окончания моделирования гипотиреоза (22-е сутки). В каждой группе животных облучение проводили ежедневно в течение пяти дней на зону локализации щитовидно-паразитовидного комплекса.

Кровь для исследования забирали под эфирным наркозом при пункции левого желудочка сердца после торакотомии, в соответствии с правилами эвтаназии AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2013 Edition, с последующим выведением животных из эксперимента путем цервикальной дислокации через 1, 7, 30 суток после окончания облучения. Количественное определение концентрации гормонов в сыворотке крови крыс определяли методом иммуноферментного анализа на автоматическом иммуноферментном анализаторе «Personal LAB»

(Италия) с использованием набора реагентов Cusabio Biotech. Co. (Китай) и «Вектор-Бест» (Россия).

Полученные данные обрабатывались при помощи компьютерных программ Microsoft Excel, SPSS Statistics 20 непараметрическими методами с вычислением медианы, верхнего и нижнего квартилей. Для оценки значимости различий между группами сравнения использовали критерий Манна–Уитни. При вероятности ошибки $p \leq 0,05$ различия в группах считались статистически значимыми.

Результаты и обсуждение

После моделирования у животных гипотиреоза мы отмечали статистически значимое снижение уровня паратиреоидного гормона в сравнении с контрольной группой на сроке 1 сутки, а затем повышение показателей к концу месяца (табл., рис.).

Таблица
Значения паратиреоидного гормона

Table
Parathyroid hormone values

Группа Group	ПТГ (пг/мл) PTH (pg/ml)	
Интактный контроль Intact control	58,04 (57,39; 58,63) ^{#1}	
Лазерное воздействие 112 Дж/см ² , 970 нм, 0,5 Вт, 45 с на интактных Laser irradiation of intact animals 112 J/sm ² , 970 nm, 0.5 W, 45 s	ч/з 1 сут in one day	38,2 (37,39; 39,31) ^{#0}
	ч/з 1 нед. in one week	66,54 (61,90; 70,46) ^{#0}
	ч/з 1 мес. in one month	68,4 (67,84; 69,25) [#]
Лазерное воздействие 450 Дж/см ² , 970 нм, 1,5 Вт, 60 с на интактных Laser irradiation of intact animals 450 J/sm ² , 970 nm, 1.5 W, 60 s	ч/з 1 сут in one day	35,36 (34,98; 36,56) ^{#0}
	ч/з 1 нед. in one week	55,47 (54,37; 56,75) ^{#0}
	ч/з 1 мес. in one month	66,31 (61,85; 70,62) [#]
Гипотиреоз Hypothyroidism	ч/з 1 сут in one day	36,91 (36,84; 41,50) ^{*1}
	ч/з 1 нед. in one week	62,63 (54,03; 74,45)
	ч/з 1 мес. in one month	77,63 (75,88; 82,54) ¹
Лазерное воздействие 112 Дж/см ² , 970 нм, 0,5 Вт, 45 с на гипотиреоз Laser irradiation of hypothyroidism 112 J/sm ² , 970 nm, 0.5 W, 45 s	ч/з 1 сут in one day	58,01 (51,73; 66,19) ^{#0}
	ч/з 1 нед. in one week	62,84 (56,02; 78,42)
	ч/з 1 мес. in one month	70,30 (54,72; 79,38)
Лазерное воздействие 450 Дж/см ² , 970 нм, 1,5 Вт, 60 с на гипотиреоз Laser irradiation of hypothyroidism 450 J/sm ² , 970 nm, 1.5 W, 60 s	ч/з 1 сут in one day	33,77 (33,43; 34,63) ^{#0}
	ч/з 1 нед. in one week	66,36 (66,14; 67,33)
	ч/з 1 мес. in one month	75,24 (64,16; 85,98)

Примечание. ¹ – $p < 0,05$ при сравнении группы контроля с группой гипотиреоза; [#] – $p < 0,05$ при сравнении групп лазерного воздействия с группой контроля; ^{*} – $p < 0,05$ при сравнении групп лазерного воздействия с группой гипотиреоза; ⁰ – $p < 0,05$ при сравнении групп лазерного воздействия.

Notes. ¹ – $p < 0.05$ when comparing control group to hypothyroidism group; [#] – $p < 0.05$ when comparing laser-irradiation groups to control group; ^{*} – $p < 0.05$ when comparing laser-irradiation groups to hypothyroidism group; ⁰ – $p < 0.05$ when comparing laser-irradiation groups.

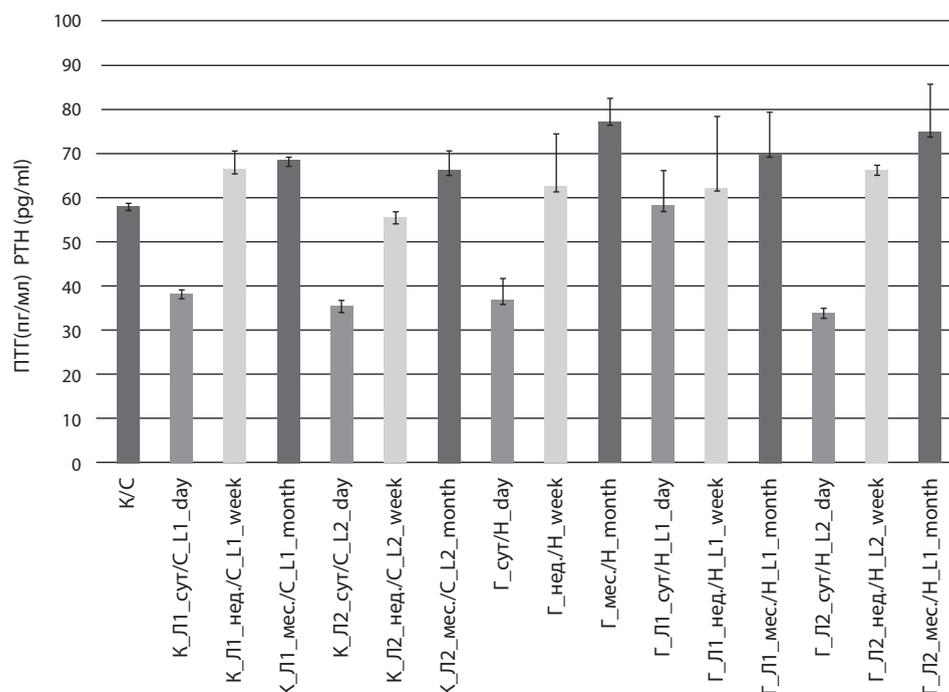


Рис. Значения паратиреоидного гормона

Fig. Parathyroid hormone values

В литературе имеются немногочисленные и противоречивые данные по изменению уровня паратгормона на фоне гипотиреоза. Причем механизмы этих нарушений не известны [4, 5]. Мы предполагаем, что наблюдаемый транзиторный гипопаратиреоз формируется на фоне возникших расстройств микроциркуляции в зоне щитовидной-паращитовидных желез, что характерно для использованной экспериментальной модели гипотиреоза [8]. Известно, что первичные изменения структуры паращитовидных желез могут привести к колебаниям уровня паратгормона, не зависящим от уровня кальция в сыворотке крови.

По результатам нашего исследования, после лазерного облучения интактных животных при плотности дозы с поверхности кожи 112 Дж/см² уровень паратирина достоверно уменьшался через 1 сутки и повышался через 1 неделю и 1 месяц. После воздействия лазером на щитовидную железу интактных животных при плотности дозы с поверхности кожи 450 Дж/см² снижение содержания паратирина в сыворотке крови регистрировалось на ранних сроках (1 сут и 1 нед.) с увеличением к концу месяца (табл., рис.).

Через сутки после окончания лазерного воздействия в дозе 112 Дж/см² на щитовидную железу животных с моделью гипотиреоза мы отмечали статистически значимое увеличение концентрации ПТГ. При воздействии на щитовидную железу животных с экспериментальным гипотиреозом лазером в дозе 450 Дж/см² через сутки мы наблюдали достоверное снижение уровня ПТГ, что позволяет говорить об ослаблении функции паращитовидных желез.

Полученные данные о снижении концентрации ПТГ в сыворотке крови на ранних сроках после облучения интактных животных дозой 112 Дж/см² и животных с моделью гипотиреоза дозой 450 Дж/см² мы объясняем колебаниями уровня кальция в клетках облучаемой ткани, межклеточной жидкости и в системном кровотоке, так

как известно, что лазерное воздействие непосредственно активирует кальций-зависимые процессы в клетках и перемещение ионов кальция через клеточные мембраны [10]. В свою очередь, продукция гормонов паращитовидных желез регулируется уровнем сывороточного кальция. В связи с этим в дальнейшем, несомненно, требуется изучение изменений уровня кальция в крови при лазерном воздействии на паращитовидные железы, с учетом всех компонентов системы гормонов, регулирующих содержание кальция.

Лазерное воздействие на область локализации паращитовидных желез может способствовать активации микроциркуляции за счет процессов, связанных с локальным синтезом оксида азота, секрецией медиаторов и цитокинов, в частности гепарина, гистамина, протеаз и факторов роста, что отражается на функциональной активности эндокринных клеток [11]. Ранее мы показали, что под действием лазера происходит усиление микроциркуляции щитовидной железы и повышение продукции тиреоидных гормонов [8]. Существуют литературные данные, что концентрация кровеносных сосудов в паращитовидных железах больше, чем в щитовидной железе, что функционально связывает продукцию гормонов с интенсивностью кровотока [6].

При сравнении двух изучаемых режимов лазерного воздействия мы наблюдали статистически значимое уменьшение концентрации паратирина после облучения животных лазером в дозе 450 Дж/см² на ранних сроках наблюдения и повышение уровня ПТГ при воздействии в дозе 112 Дж/см², что позволяет говорить о разнонаправленном влиянии лазерной энергии на гормонопродуцирующую функцию паращитовидных желез в зависимости от применяемой дозы. Разнонаправленный эффект лазерного облучения в зависимости от плотности дозы отмечался и другими авторами при воздействии на костный мозг, при этом низкие дозы оказывали стимулирующее влияние, а высокие – тормозящее [3].

Заключение

Моделирование гипотиреоза введением тиамазола снижает уровень паратгормона сыворотки крови.

Лазерное воздействие на зону локализации щитовидной-паращитовидных желез достоверно изменяет уровень паратгормона как у интактных животных, так и у животных с моделью гипотиреоза в зависимости от плотности дозы.

Литература

1. *Аблаев Э.Э., Безруков О.Ф., Зима Д.В.* Заболевания щитовидно-паращитовидного комплекса как социальная проблема // Таврический медико-биологический вестник. – 2017. – Т. 20. – Вып. 3. – С. 146–151.
2. *Аристархов В.Г.* Рекомендации по применению инфракрасного лазерного излучения у больных с патологией щитовидной железы // Материалы научно-практической конференции ГБОУ ВПО «РязГМУ» Минздрава России. Рязань: РИО РязГМУ. – 2014. – С. 4–13.
3. *Головнева Е.С., Шакиров Н.Н., Кравченко Т.Г., Омеляненко А.Г., Попова И.А.* Влияние многократного инфракрасного лазерного облучения зон локализации красного костного мозга на показатели эритроцитарного звена периферической крови // Лазерная медицина. – 2013. – Т. 17. – Вып. 4. – С. 33–35.
4. *Камилов Ф.Х., Козлов В.Н., Ганеев Т.И., Юнусов Р.Р.* Влияние экспериментального гипотиреоза на метаболизм костной ткани и минеральный обмен // Казанский мед. журн. – 2017. – Т. 98. – № 6. – С. 971–975.
5. *Мокрышева Н.Г., Еремкина А.К., Ковалева Е.В.* Гипопаратиреоз: этиология, клиническая картина, современные методы диагностики и лечения // Альманах клинической медицины. – 2016. – Т. 44 (4). – С. 477–492.
6. *Росткова Е.Е.* Особенности васкуляризации паращитовидных желез человека в пренатальном онтогенезе и раннем периоде детства // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 4. – С. 40.
7. *Сапожников В.Г., Сапожников С.В.* О возрастных изменениях путей микроциркуляции паращитовидных желез человека // Научный фонд «Биолог». – 2015. – Т. 8. – Вып. 4. – С. 57–60.
8. *Смелова И.В., Голови́ева Е.С.* Показатели микроциркуляции щитовидной железы в норме и при мерказолиловом гипотиреозе после воздействия инфракрасного лазерного излучения // Лазерная медицина. – 2018. – Т. 22. – Вып. 3. – С. 5–9.
9. *Banek T.* Morphology of healthy human parathyroid glands in cytologic smears. *Nongynecologic cytopathology*. – 2005. – V. 49. – № 6. – P. 627–633.
10. *Chaves M.E., Araujo A.R., Piancastelli A.C. et al.* Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED. *An Bras Dermatol*. 2014; 89 (4): 616–623.
11. *Hofling D.B., Chavantes M.C., Juliano A.G., Cerri G.G., Knobel M., Yoshimura E.M. et al.* Assessment of the effects of low-level laser therapy on the thyroid vascularization of patients with

autoimmune hypothyroidism by color Doppler ultrasound. *ISRN Endocrinol*. 2012 Dec 17:1–9. PubMed PMID: 23316383.

12. *Isman C.A., Yegen B.C., Alican I.* Methimazole-induced hypothyroidism in rats ameliorates oxidative injury in experimental colitis. *J. Endocrinol*. 2003; 177 (3): 471–476.
13. *Radek T.* Topography and arterial supply of the thyroid and parathyroid glands in selected species of falconiformes. *Anatomy, Histology, Embryology*. 2007; 36: 241–249.

References

1. *Ablaev E.H., Bezrukov O.F., Zima D.V.* Diseases of the thyroid – parathyroid complex as a social problem. *Tavrisheskij mediko-biologicheskij vestnik*. 2017; 20 (3): 146–151.
2. *Aristarkhov V.G.* Recommendations on application of infrared laser light in patients with thyroid gland pathology. *Proceedings of scientific conference of RязGMU*. Ryazan. 2014: 4–13.
3. *Golovneva E.S., Shakirov N.N., Kravchenko T.G., Omel'yanenko A.G., Popova I.A.* Effects of repeated infrared laser irradiations of bone marrow zones at parameters of the erythrocyte chain in peripheral blood. *Lazernaya medicina*. 2013, 17 (4): 33–35.
4. *Kamilov F.H., Kozlov V.N., Ganeev T.I., Yunusov R.R.* Influence of experimental hypothyroidism at the metabolic processes in osseous tissue and at the mineral exchange. *Kazanskij med. zh*. 2017; 98 (6): 971–975.
5. *Mokrysheva N.G., Eremkina A.K., Kovaleva E.V.* Hypoparathyroidism: etiology, clinical picture, modern diagnostics and treatment. *Al'manah klinicheskoy mediciny*. 2016; 44 (4): 477–492.
6. *Rostkova E.E.* Features of vascularization of the human parathyroid glands in prenatal ontogenesis and at early childhood. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2004; 4: 40–40.
7. *Sapozhnikov V.G., Sapozhnikov S.V.* On age-related changes in microcirculation pathways of the parathyroid glands in man. *Nauchnyj fond «Biolog»*. 2015: 8 (4): 57–60.
8. *Smelova I.V., Golovnyova E.S.* Microcirculation parameters in the thyroid gland in healthy state and in merkazolilovym hypothyroidism after exposure to infrared laser irradiation. *Lazernaya medicina*. 2018; 22 (3): 5–9.
9. *Banek T.* Morphology of healthy human parathyroid glands in cytologic smears. *Nongynecologic cytopathology*. 2005: 49 (6): 627–633.
10. *Chaves M.E., Araujo A.R., Piancastelli A.C. et al.* Effects of low-power light therapy on wound healing: LASER x LED. *An Bras Dermatol*. 2014; 89 (4): 616–623.
11. *Hofling D.B., Chavantes M.C., Juliano A.G., Cerri G.G., Knobel M., Yoshimura E.M. et al.* Assessment of the effects of low-level laser therapy on the thyroid vascularization of patients with autoimmune hypothyroidism by color Doppler ultrasound. *ISRN Endocrinol*. 2012 Dec 17:1–9. PubMed PMID: 23316383.
12. *Isman C.A., Yegen B.C., Alican I.* Methimazole-induced hypothyroidism in rats ameliorates oxidative injury in experimental colitis. *J. Endocrinol*. 2003; 177 (3): 471–476.
13. *Radek T.* Topography and arterial supply of the thyroid and parathyroid glands in selected species of falconiformes. *Anatomy, Histology, Embryology*. 2007; 36: 241–249.