Research Article

iMedPub Journals
www.imedpub.com

DOI:10.41722254-609X1000103

Journal of Biomedical Sciences
ISSN 2254-609X

2019
Vol.8 No.1:2

[illegible] Propylthiouracil with Human and Bovine Serum Albumins

Husain Alsamamra*, Musa Abuteir and Saqer Darwish

Department of Physics, Al-Quds University, [illegible]

*Corresponding author:
Husain Alsamamra

[illegible]

Associate Professor, Department of Physics, [illegible]

Tel: +970658881802

Citation: Alsamamra H, Abuteir M, [illegible] Propylthiouracil with Human and Bovine Serum Albumins. [illegible]

Abstract

[illegible]

Keywords: [illegible]

Received: December 20, 2018; Accepted: [illegible]; Published: January 10, 2019

[illegible]

[illegible] causes of hyperthyroidism in areas with Iodine abundance [illegible] Propylthiouracil (6-propyl-2-thiouracil) (PTU) its chemical structure provided in Figure 1 [illegible]

Serum Albumin

[illegible]

[illegible] Human Serum Albumin (HSA), its secondary structure presented in the top part of Figure 2 [illegible]

© Under License of Creative Commons Attribution 3.0 License | This Article is Available in: www.jbiomeds.com

Figure 1 Z u] o •šŒµ šµŒ }(WŒ}‰ÇošZ]}µŒ]o

Figure 2 ^ }v ŒÇ •šŒµ šµŒ }(~ • , ^V ~ • ^ X

(a) (b)

Figure 2 €îô•X dZ •]u]o Œ]šÇ šÁ v ,^ vuDU]v íXÒ µDšXŒu•
}( ] vŸšÇ v ôô9]v š Œu• }(u]v}] • ‹µ v • €îõ•X /š]•
o]l oÇ šZ š ‰ v]vP }v šZ }vš vš }(‰Ç] • ‰,U v]}v]
(}Œ • šZ • šZŒ }u]v• v šµŒ Œ P Œ o •• }(Z }šZ Œ }Œ
v µv]š X dZ ‰Œ]u ŒÇ •šŒµ šµŒ }(^ Á • oµ] š Ç }Œ}Áv

D š Œ] o• v ^ u‰o • WŒ

Propylthiour]o ~íóìXî Plu}o•U Zµu v v
o µu]v• ~òòXñ l •]v ‰}Á Œ (}Œu Á Œ
Aldrich chemical company and were used without any further

Instruments

h s r s / ^ • }Œ ‰Ÿ}v • ‰ šŒ

in 1975, BSA contains the 607 amino acid residue, twenty-one of • ‰ šŒ}‰Z}š}u š Œ]• ‰}Á Œ(µo š Z
which is tyrosine (Tyr) residues and two of which are tryptophan • µŒ šZ •}Œ‰Ÿ}v • ‰ šŒµu }(šZ
~dŒ‰• Œ •] µ • o} š š ‰}•]Ÿ}v• íïð šÁ ÎÍÏÜÌrŒñ‰vuÜÀÁ}šZ Z]PZ µŒ Ç
ÁZ] Z µ• ^ š} Z À]všŒ]v•] Gµ}Œ •dZv ŒÇ•ÏÁÍ••X}oo š µ•]vP ñR> • u‰o •

íìì ì ^‰ šŒ}‰Z}š}u š Œ (}Œ šZ (Œ ,^ l ^ ~ìXò uD• v
(}Œ šZ ,^ l ^ rWdh }u‰o Æ • Z•}oµŸ}v• Á]šZ šZ (}oo}Á]vP
}v všŒ Ÿ}v• ~ìXñU ìXóU ìXõU íXí v íXï• uDX hs u •µŒ u vš•
Á Œ Œ ‰ š (}Œ oo šZ .• uv‰o]+ Œ vv}••]Pv]
Á Œ } • ŒÀ X dZ hsr •}Œ‰Ÿ}v •‰ šŒ (}Œ }šZ }u‰o Æ •
,^ rWdh v ^ rWdh Œ } š]v š šZ Á À o vPšZ }(îôì vuX

Fluorescence

&oµ}Œ • v š Á Œ } š]v Ç E v} Œ}‰ E rïïìì &oµ}Œ}r
•‰ šŒ}‰Z}š}u š Œ (}Œ šZ (}oo}Á]vP }u‰o Æ • }v všŒ Ÿ}v
~ìXñU ìXóU ìXõU íXí v íXï• uD š îñ£ X dZ Æ]š Ÿ}v •}µŒ
}u • (Œ}u }v }(šZŒ •}o] r•š š >]PZš u]«vP]} •
~> •• ÁZ] Z Z À }‰Ÿ}v• šZ š]v oµ W hs > Á]šZ u Æ]uµu
Æ]š Ÿ}v ïòñ vuU oµ > Á]šZ Æ]š Ÿ}v ðóì vuU v ÁZ]š
> (Œ}u ñìì š} òñì vu Æ]š Ÿ}vX îìðôr o u vš ŒŒ Ç
š š}Œ }À Œ]vP ðììróñì vuU]• }vv š Ç v }‰Ÿ o . Œ š}
šZ }‰Ÿ o u •µŒ u vš •µŒ(X dZ Æ]š Ÿ}v]• }v (}Œ }šZ
}u‰o Æ • ,^ rWdh v ^ rWdh š šZ Á À o vPšZ }(ïõì vu
v šZ u Æ]uµu u]••]}v Á À o vPšZ]• š ððì vuX

Results and Discussions

hsrs/^ •}Œ‰Ÿ}v •‰ šŒ

Ultraviolet and visible spectrometers have been used for many
Ç Œ• v Z À }u }v }(šZ]u‰}Œš vš v oÇŸ o]v•šŒµu vš•
]v u} Œv o }Œ š}Œ] • µ• }( ]š• •]u‰o]]šÇU À Œ• Ÿo]šÇU
•‰ U µŒ ÇU v }•šr + ŸÀ v •• €ïò•X dZ]• Æ‰ Œ]u vš o
š Zv]‹µ Á • µ• š} o µo š šZ]v]vP }v•š vš• (}Œ • À Œ o
Œ µPr‰Œ}š]v }u‰o Æ • €ïó•X dZ hs •}Œ}v ,^ rWdh
v ^ rWdh }u‰o Æ • Á Œ } š]v v ‰Œ • vWdh]v }©}u•U Á]šZ u Æ]uµu •}Œ
3X dZ .PµŒ •Z}Á• u Æ]uµu •}Œ‰Ÿ}v ‰ l šu Á Æ o ‰ PŒ šZ µŒ š îñ£ X &Œ ,^
}(îôì vuU šZ •‰ šŒµu• ‰Œ}À]]Œ š Œ o ~ Ÿì µPl‰U ìXò uD• v (Œ ,^ Á]
šZ]v Œ •]v ‰ l]vš v•]šÇ }(šZ ,^ rWdh ~ šZ ‰ • v všŒ ^ Ÿ}v• ~ A (Œ ,^ l ^ ~
Wdh ~ }©}u• }u‰o Æ • v šZ }v všŒ Ÿ}v }(šZ WdhX dZ }Œ Œ •‰}v š} ,^ l ^ rWdh }u‰o Æ
]v Œ •]v šZ]vš v•]šÇ]• µ š} šZ]vš Œ Ÿ}v šÁ v ,^ l ìXóU ìXóU íXí v íXï• uD Wdh Œ •‰
^ v Wdh • u}v]š}Œ]v µ+ Œ •}oµŸ}v Ç • vv]vP šZ
Á À o vPšZ•X •]v] š]v šZ .PµŒ U šZ Œ]• o Œ •}Œ‰Ÿ}v
•]Pv o (}Œ (Œ WdhX

&Œ}u ‹X ñU šZ Œ]‰Œ} o ‰o]}•š o}](v íl Œ r }• À Œ•µ• ~íl>•
as presented in Figure 4X tZ v .Æ }v všŒ Ÿ}v }(,^
}Œ ^ Á • oo}Á š} }u‰o Æ Á]šZ]+ Œ vš u}µvš• }(WdhU
šZ Œ]• o]v Œ]v Œ •]v šZ hs •}Œ v }(,^ }Œ ^ X dZ
]v]vP }v•š vš• (}Œ šZ ,^ rWdh v ^ rWdh }u‰o Æ • Á Œ
o µo š µ•]vP hs •‰ šŒ }Œ]vP š} ‰µ o]•Z u šZ} •
€îîUïô• Á]šZ šZ ••µu‰Ÿ}v šZ š šZ Œ]• }v rš}r}v]vš Œ Ÿ}v
šÁ v ,^ l ^ v Wdh]v ‹µ }µ• •}oµŸ}v š} •š o]•Z
Z u] o ‹µ]o] Œ]µu •]v šZ (}oo}Á]vP ‹µ Ÿ}v•X

HSA+PTU ↔ HSA:DA (1)

BSA+PTU ↔ BSA:DA (2)

dZ }ŒŒ •‰}v]vP (}Œu Ÿ}vl]v]vP }v•š }Œ }šZ ‰ Œ }š]v•
Œ P]À v ÇW

$$\frac{1}{(A-A_0)} = \left(\frac{1}{x}\right)^n$$

< A €,^ W Wdh•l€Wdh• €,^ •

< A € ^ W Wdh•l€Wdh• € ^ •

Figure 3 Figure 4 The plot of $\frac{1}{(A-A_0)}$ vs $\left(\frac{1}{x}\right)^n$ for free HSA and free BSA

© Under License of Creative Commons Attribution 3.0 License

$$\frac{1}{A-A_0}=\frac{1}{A_\infty-A_0}+\frac{1}{k(A-A_0)}\times\frac{1}{L} \quad (5)$$

tZ ŒA$_o$ }ŒŒ •‰}v • š} šZ]v]Ÿ o •}Œ‰Ÿ}v }(,^ }Œ ^ š
îôì vu]v šZ • v }[•oš]P v.vU o •}Œ‰Ÿ}v }(šZ
,^ }Œ ^ U v]• šZ Œ }Œ •}Œ‰Ÿ}v š]+ Œ vš Wdh
}v všŒ Ÿ}v ~>•X

dZ]v]vP }v•š vš• ~<• (}Œ }šZ ‰Œ}š]v]vš Œ Ÿ}v• Á]šZ
‰Œ}‰ÇošZ]}µŒ]o Á Œ •Ÿu š (Œ}u šZ Œ Ÿ} }(šZ]vš Œ ‰š
to the slope found from Figure 4X /š Á • (}µv šZ š }šZ]v]vP
}v•š vš À oµ • Œ o}• š} Z }šZ Œ Á]šZ <,^ rWdh ‹µ o• š}
íXðñ ?Mfi and K$_{BSA-PTU}$ (}µv š} íXMðX? díZ À oµ
(}Œ }šZ]v]vP }v•š vš•]• v]v] Ÿ}v }(Á l]vš Œu}o µo Œ
(}Œ]vš Œ Ÿ}v šÁ v šZ ,^ l ^ v Wdh ÁZ v }u‰ Œ
š} Œ ‰}Œš ‰Œ}š]vr ŒµP]vš Œ Ÿ}v Á]šZ]v]vP }v•š vš]v
šZ Œ vPð and 10^{-1} M€ïõ•X dZ]u‰}Œš v }(šZ]v]vP
}v•š vš À oµ •š u• (Œ}u]š• À oµ o ‰‰o] Ÿ}v]v ŒµP o]À ŒÇ
v ‰Z Œu }l]v Ÿ • €îï• šZ Œ (}Œ U •}Œ v u •µŒ u vš•
were constantly repeated and similar results were obtained
}v•]•š všoÇX

Fluorescence emission spectroscopy

/v }Œ Œ š} •šµ Ç šZ Œ ŸÀ]šÇ }(Z u] o• v]}o}P] o
•Ç•š u•V Gµ}Œ • v š Zv]‹µ]• v + ŸÀ v ‰}Á Œ(µo
tool because it allows nonintrusive measurements of substances
]v o}Á }v všŒ Ÿ}v µv Œ ‰ZÇ•]}o}P] o }v]Ÿ}v•X ^]v
the amino acids tryptophan, tyrosine and phenylalanine are
Gµ}Œ • vš]v v šµŒ U šZµ• }všŒ] µŸvP š} šZ Gµ}Œ • v }(
šZ ‰Œ}š]v]v ÁZ] Z šZ Ç Œ ‰Œ • vš €ðì•X u}vP šZ šÁ} u]v}
] Œ •] µ •U dŒ‰]• Z]PZoÇ Gµ}Œ • vš v • v•]ŸÀ š} šZ u] Œ}r
vÀ]Œ}vu vš o Z vP • šZ š u]PZš } µŒ • A] v]šÇ AZ Œ •
‰Z vÇo o v]v } • v}š P š Æ]š ~(}Œ šZ u}•š ‰ ^ rWdh ~ }©}u•U Á]šZ u Æ]uµu •}
Z • o}Á ‹µ všµu Ç] o X KÁ]vP š} šZ • Œ •}v•U dŒ‰]• Z]PZoÇ ïðì vu v šu‰ Œ šµŒ šîñ£ X &Œ
µ•]v ‹µ v Z]vP •šµ] •X uP]u>U ìXóoUD• v (Œ ,^ Á
Wdh }v všŒ Ÿ}v• ~ A (Œ ,^ l ^ ~
}ŒŒ •‰}v š} ,^ l ^ rWdh }u‰o Æ
dZ + š }(‰Œ}‰ÇošZ]}µŒ]o }v šZ Gµ}Œ ìXóU ìXõU]•ì}v íXï• uD Wdh Œ •‰
•‰ šŒµu }(,^ v ^ U Æ]š š ïõì vu Œ ‰Œ • vš]v
Figure 5X dZ u]••]}v •‰ šŒµu (}Œ šZ šÁ} }u‰o Æ • •Z}Á
u Æ]uµu u]••]}v Á À o vPšZ š ðð ì vu X dZ .v]Ÿ}v }(Œ š} v•µŒ šZ ‹µ v
Gµ}Œ • v ‹µ v Z]vP]• šZ Œ µ Ÿ}v }(šZ ‹µ v šµu Ç] o šÁ v ‹µ v Z]vP]v
}(Gµ}Œ • v (Œ}u Gµ}Œ}‰Z}Œ X tZ v všŒ Ÿ}v }(šZ ‹µ v Z Œ ~>• (}Œ šZ }u‰
•µ •š vŸ ooÇ]v µ Á]šZ ‹µ v Z Œ u}o ‹µ v Z]vP u} ‹µ v Z]vP Á Œ] šÇ }(• Ÿ•(Ç šZ (}oo}Á
u}o µo Œ]vš Œ Ÿ}v ~]X X Æ]š •š š ‹µ Ÿ}v €ðî•X v ŒPÇ šŒ v•(ŒU
u}o µo Œ Œ ŒŒ vP u vš•U v PŒ}µv]• šZ }u‰o Æ (}Œu Ÿ}v•
‹µ v Z]vP }(Gµ}Œ • v]• À] vš €ðí•X dZ ‹µ v Z]vP }(šZ }l
‰o]v }v všŒ Ÿ}vr ‰ v vš u vv ŒV • šZ }v všŒ Ÿ}v
}(Wdh]v Œ • • Œ •µoš]v Œ •]v šZ v • v Gµ}Œ • v]vš v•]šÇ }
]vš v•]šÇX]• šZ }v všŒ Ÿ}v }(‹µ v Z
dZ ,^ v ^ Gµ}Œ • v • Œ Œ • s}ou‰ Ev]v •Œ vš]vP ŒŒ •‰}v]vP š} šZ •o
}v všŒ Ÿ}v• }(WdhU ÁZ] Z]v] š • šZ À šŒ šZ • Wdh]•]vP Œ Ÿ}v ‹µ v Z]vP Œ š
Á]šZ ,^ v ^]v šZ •µŒŒ}µv]vP }(šZ Gµ}Œ • v µ Ÿ}v }(Wdh
dŒ‰ îíð ~,^ •U dŒ‰ îíï v dŒ‰ íïð ~ ^ Gµ}Œ • v]vš Œ Ÿ}v }(Wdh
+ š• šZ šÁ} ‰Œ}š]v• Gµ}Œ • v µ‰}v]v]vP }v•š vš Wdh µ š}
šZ ‹µ v Z]vP]o]šÇ }(šŒÇ‰š}‰Z v Œ •]• U •µ‰}v]o o]]vP À Á]šZ Œ o]v Œ ÁZ
WdhX
&oµ}Œ • v ‹µ v Z]vP v ‰Œ} •• }ŒšZŒ}µ•Z]+ Œ v•]š (}Œ }šZ }u‰o
u Z v]•u•U šÇ‰] ooÇ o ••]. • Çv u]µ ‹µ v Z]vP }v•š vš ŸÀ oµ • (}Œ ,^ rWdh

Figure 5 Fluorescence emission spectra of HSA-PTU (top) and

$$F_0=1+K_{sv}[L]=1+k_q\tau_0[L] \quad (5)$$

where F_0 and F Æ]• šZ }v všŒ Ÿ}v }(‹µ v Z
]• šZ }v všŒ Ÿ}v }(‹µ in M^{-1} is the Stern-U
}v všŒ Ÿ}v }(‹µ v Z]vP Œ š
Á]šZ ,^ v ^]v šZ •µŒŒ}µv]vP }(šZ Gµ}Œ • v ‹µ v Z]vP]• šZ
dŒ‰ îíð ~,^ •U dŒ‰ îíï v dŒ‰ íïð ~ ^ Gµ}Œ • v]vš Œ Ÿ}v }(Wdh
+ š• šZ šÁ} ‰Œ}š]v• Gµ}Œ • v µ‰}v]v]vP }v•š vš Wdh µ š}
šZ ‹µ v Z]vP]o]šÇ }(šŒÇ‰š}‰Z v Œ •]• U •µ‰}v]o o]]vP À Á]šZ Œ o]v Œ ÁZ
WdhX
Æ]•š v }(•]vPo šÇ‰ }(‹µ v Z]vP ~
&oµ}Œ • v ‹µ v Z]vP v ‰Œ} •• }ŒšZŒ}µ•Z]+ Œ v•]š (}Œ }šZ }u‰o
u Z v]•u•U šÇ‰] ooÇ o ••]. • Çv u]µ ‹µ v Z]vP }v•š vš ŸÀ oµ • (}Œ ,^ rWdh

Figure 5 Fluorescence emission spectra of HSA-PTU (top) and Æ]•š v }(•]vPo šÇ‰ }(‹µ v Z]vP ~ (Z/Z$_0$) and the
at about 10^8 €ðì•X
As seen in Figure 6U šZ µŒ À •

Figure 6 dZ ^š Œvrs}ou Œ ‰o}š (}Œ ,^ l ^ rWdh

Figure 7 D}]. ^š Œvrs}ou Œ ‰o}š (}Œ }u‰o Æ •X

$$\frac{1}{F_0 - F} = \frac{1}{F_0 K(L)} + \frac{1}{F_0} \qquad (6)$$

/v }Œ Œ š} o µo š šZ]v]vP }v•š vš Wdh }u‰o Æ •U ‰o}š }(šZ Œ]‰Œ} šZ µv‹µ v Z Gµ}Œ • v v šZ ‹µ v Z $\left(\frac{1}{F_0 - F}\right)$ À• šZ Œ]‰Œ} o }v $\left(\frac{1}{L}\right)$ šZ Œ]‰Œ} o }v

Figure 7X dZ ‰Œ • vš µŒ À • Œ o] $\frac{1}{F_0 K}$ Œ and intercept $\frac{1}{F_0}$ }Œ]vP š} ‹X ñX

dZ } š]v À oµ • }(< Á Œ (}µ ‹ Uš}X õô~ ? íìM-1•U ÁZ] Z Œ À ŒÇ o}• š} šZ À •‰ šŒ}• }‰] š Zv]‹µ v •µ‰‰}Œš• šZ ‹µ v Z]vPX

dZ dh} šu‰o Æ]•X]vP }v•š vš À oµ •]ooµ•š Á l]v]vP (}Œ šÁ v Wdh v šZ šÁ} šZ]•]• µ š} šZ o]u]š vµu Œ }( ]v]vP v Æ}P v}µ• o]P v • šZ š Z • • Œµu o o]P v • Z À]v]vP }v•š vš to Œ ~v P]v P. (Œš]vš Œ Ÿ}v• v Œ À Œ•] oÇ }µv €ðò•X

Conclusion

d} }v oµ U šZ }u‰o Æ]vš Œ Ÿ}v ,^ v ^ Z • v]vÀ •ŸP š Ç µ•]vP v Gµ}Œ • v •‰ šŒ}• }‰] š Zv]‹µ • u vv ŒX dZ À oµ • }(šZ]v M]v P for both •š v }u‰o Æ Ÿ}v• } š]v (Œ}u }šZ š Zv]‹µ Œ o ŸÀ oÇ Á lX dZ ‹µ v Z]vP }v•š]vš Œ Ÿ}v• Á Œ (}µv š}]v šZ]• Á}Œl ( ]o]š iµ•Ÿ. • šZ š šZ]všŒ]v•] Gµ}Œ • v }(‹µ v Z Ç Wdh]v •š Ÿ u} U v šZ o s}ou Œ ‹µ Ÿ}v •µ‰‰}Œš• šZ] }(•š Ÿ ,^ l ^ rWdh

dZ Œ •µoš• } š]v]v šZ]• Á}Œl ( ]o]š šZ ,^ v ^]vš Œ Ÿ}v Á]šZ WdhX dZ }(šZ]•]vÀ •ŸP Ÿ}v o] •]v šZ Á oorŒ

o µo š Ç ‰‰oÇ]vP ‹X ñ v ³UŒXíñ µŒoµš} o~ µu}ó • ? íì Œ µP šŒ v•‰}Œš Œ š ? íì• >u}oŒ •‰ ŸÀ oÇX dZ } š]v ïXíñ ?•íì>u}o (}Œ ,^ rWdh v ^ rWdh šZ ©]v À oµÁ•Œ}(u}Œ šZ v šZ o]u]Ÿ}v }v•š vš }(šZ]}u}o µ•ou}oí €ðíìX dZ µ šZ]šŒ]•P o]À ŒÇ v]v ‰Œ}u}Ÿ}v oš ‰Œ}‰}• šZ š šZ }u‰o Æ (}Œu Ÿ}v šZ v Çv u] }oo]•]}v (}Œ šZ]vš Œ Ÿ}v }(,^ l ^ rWdhX /v]Ÿ}vU šZ]• À] v]v] š šZ š }u]v vš]v šZ •Ç•š u €ðð•X

Kv }(šZ u}•š (Œ ‹µ všoÇ µ• ‹µ Ÿ}v•, µ•v (}Œ Z]µo•µš‰‰}ŒšX dZ]• Á}Œl]• •µ]v]vP }v•š vš }(šZ ŒµPr‰Œ}š]v]vZš •Œ ŒŸ}v&]•µ šZ Ÿ}v]&' 'Œ vš E}X Zîîôlîð ^š Œvrs}ou Œ ‹µ Ŷ}v €ðñ•X

is very important to understand the various types of molecular

Acknowledgment

© Under License of Creative Commons Attribution 3.0 License

Z (Œ v •

íXD v }v] &U D Œ }] U D Œ]v~ D ~ìíìíð•] Pv }('Œ À •–]• • X µš}]uuµv Z À íïW ïõôrðìîšXZ]Œ ŒµPr]v]vP ‰]Ÿ •X µŒ : o]v W

îX Œš o v >U µŒ Z , U µŒu v < U < Z oÇ •µŒÀ Ç }(o]v] o ‰Œ Ÿ ‰ © Œv•]v šZ•]• • X : o]v v } Œ]v}o D š ôðW íííñríííìX

ïX µŒ Z , U }}‰ Œ ^ ~ììíñ• D v P u vš }('Œ À •–]• • X : o]v Œ À] ÁX : D ïíðW îñððrîñññðX

ðXSwain M, Swain T, Mohanty BK (2005) Autoimmune thyroid disorders v µ‰ š X /v] v : o]v]} Z u îìW õríóX

ñX }}‰ Œ ^ ~îìì ñ• vŸšZÇŒ}] ŒµP•X E vPo

òXBurch HB, Burman KD, Cooper DS (2012) A 2011 survey of clinical ‰Œ Ÿ ‰ © Œv•]v šZ u v P u vš }('Œ À •–]• • X : o]v v } Œ]v}o D š õóW ðñðõrðññðX

óX Ì]Ì] &U u}µÌ P Œ U D ZŒ v >U o u Œ] ^ D v P u vš }(ZÇ‰ ŒšZÇŒ}]]•u µŒ]vP ‰ òíW óñíróñôX

ôXz}•Z]Z Œ U E}Z :U z u Pµ Z] dU KZÇ ,U ^ }('Œ À •Z]• • Á]šZ vŸšZÇŒ}] ŒµP•]v šZ ‰Œ Pv v Ç v šZ ‰Œ À o v }(}vP v]š v } Œ]v}o D š õóW îïõòrîðìïX

õX^}o}u}v U 'o]v} Œ U > P •• ZU t Œš}(•lÇ >]v šZ u v P u vš }('Œ À •–]• • X : o]v íñíôríñîðX

íìX À] •}v U ^}} l DU E ŒÇ :dU ^šŒ}µš ~íõóô• dZ]ŒŒ À Œ•] o]v ŸÀ Ÿ}v }(u šZÇou Œ ‰š}]u] Ì}o U šZ]}µŒ *in vitro* v ‰Œ}‰ÇošZ]}µŒ]o v]š• Œ o Ÿ]v *in vivo* ‰]v}P•X v } Œ]v}o}PÇ

ííX Œ] rD Ç}Œ sZU > ŒŒ v P ~îìíì• dŒ ZÇ‰ ŒšZÇŒ}]]•u Á]šZ šZ]}v u] •r Œ]À Z u òW îïõrîðòX

íîXŒ] Z}o • t U &]• Z Œ Z'U ^š À v•}v Z U }• }(u šZ]u Ì}o }u‰ Œ š} À ŒÇ ô Z}µŒ• ‰Œ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ šŒ šu vš }(ZÇ‰ ŒšZÇŒ}]]•uX ^}µšZ

íïX}u• v]š DU ^Œ]µ•• ‰}Œv ^U s vv • vP ^U tU š oX ~îìíí• 8 Ç }(•]vPo]oÇ }• P ‰Œ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ]v µ Ÿ}v }(µšZÇŒ}]]•uX D š ñðW ïôñrïõìX

íðX dU ,•] Z dU W] U ,µvP z:U tµ >zU š }( ]•vPo]oÇ }• }(u šZ]u Ì}o v ‰Œ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ šŒ šu vš }('Œ À •[ZÇ‰ ŒšZÇŒ}]]•uX òóòròôíX

íñX lu}v ZU o] Z}Á•l] DU <}Œ v ' ~îìíî• D}šZ Œ] dZ •(šÇ }(u šZ]u Ì}o v ‰Œ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ •Ç•š u Ÿ Œ À] ÁX : K •š š 'Çv }o v ïðW

íòXv}µ DU Œ š EU <}Œ v 'U /š} ^ ~îìì•• ,Ç‰ Œ ‰Œ Pv v ÇX v & u WZÇ•]] v ññW óìíróìïX

íóXAlsamamra H, Khalifa Kh, Darwish S, Abuteir M (2018) Analysis of •‰]Œ]vr,µu v • Œµu o µu]v }u‰o Æ]v šŒ •‰ šŒ}• }‰] u šZ} •X :}µŒv o }(D]]}‰ZÇ•] • ðõW írôX

íôXš o t,U > ÁŒ v :ZU ^šµ Œš :& U D E]v]vP }(u šZ}šŒ Æ š]v šZ • Œµu }(‰]• • X v Œ Z u}šZ Œ WZ Œu }o óW

íõX<]•Z]v} ^U E}uµŒ U /š}Z ^U E I P Á dU d P r v P v ŒrŒ o š]+ Œ v •]v Œ }ZÇ }( ]r• ír v] o P•oÇ }‰}Œ}š]v À Œ] vš• v šZ }('Œ À •–]• • X µš}]uuµv Z À íïW ïõôrðìîšXZ]Œ ŒµPr]v]vP ‰]Ÿ •X µŒ : o]v W

îîX, ~ìíDU• ŒŒ ŒµŒ}‰ íõôî• š}u] •šŒµ šµŒ •µŒÀ Ç }(o]v] o ‰Œ Ÿ ‰ © Œv•]v šZ• ŒµvuP o µ vš]v }(ŒŒšµŒ– ïñôW îìõrîííñX]• • X : o]v v } Œ]v}o D š ôðW íííñríííìX

îïX& • v} DU µŒŒÇ ^U d ŒŒ v} U ' oo] v} D /h D >](ñóW óôóróõòX

îðXz vP &U •Z vP zU >] vP , ~îìíð• /vš Œ ŸÀ]v]vP š} Zµu v • Œµu o µu]vX /vš : D}o ^ u}o µo •X Z • Œ Z v Z À] Á•W :}µŒv o d}Æ] }o}P] o ^šµ] • ðW óríòX

îñXZ}Ç ^ ïñîWòìñríóíX }v]vš Œ Ÿ}v }(• Œµu

îòXd Á Œ ^U D š•µu}š} ^U D š•µu}š} zU < u]u ^šŒµ šµŒ r]v]vP Œ o Ÿ}v•Z]‰ v]v]vP Z µ^µv •Ÿ Œµu šo µ]v ^ìíð•vŸ]}š ðñW íïðòrííñ

îóXW Ÿš‰ • /U Z © Z ŒÇ U dÁ]v ^U •š D •šŒµ šµŒ v oÇ•]• }(Á Œ(Œ]v]v]vP š} v^}u}Ç o(X Œ]ìíí••]šE /šu: v}}o Z u îóòW îîôì

îôXD} d,>]U D}vš v Œ] o]U v Œ] }‰µo} ~îìì }(Zµu v ‰o •u ‰Œ}š]v]v]vP µ•]vP Z}o ŒµP •]Pv v]• }À ŒÇ ðW ñìîrñìõX

îõX ŒŠ Œ U D'š oJW v } Œ]v}o D'š oJW]u v•]}v o •šŒµ šµŒ }(Zµu v • Œµu o µu ííõôX

îöXZ vP &U •Z vP zU >] vP , ~îìíð• /vš Œ ŸÀ šZÇŒ}] ‰ Œ}Æ] • Ç]Ÿ]vP š} Zµu v • Œµu Ç o µu]vX /vš : D}o ^ u šZÇou Œ ‰š}]u] Ì}o U šZ]}µŒ *in vitro* v ‰Œ}‰ÇošZ]}µŒ]o v]š• Œ o Ÿ]v *in vivo* ‰]v}P•X v } Œ]v}o}PÇ

îîXWšôívZ ôÊîX :U <Œ]iv :U >] Ç :' ~íõóí•]+ v Zµu v • Œµu o µu]v•X]v]vP]•šZ Œ]•‰ Œ•]}vU Á]•}]šÇU ZÇ Œ}P v]}v ŸšŒ Ÿ ŒµP•W Z À]ÁX]} Z u]•šŒÇ ííW ðìîrðìíñX

îïXŒ}Áv :Z ~íõóñ• ^šŒµ šµŒ }(}À]v • Œµ WŒ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v

îðXW s:ôôWŒôôrôôôX• ^ Œµu o µu]vX À WŒ

îñXW ©ŒŒ‰}v]šUdÚ EqŸŒ vDvšíõóó• }À]v u] Œ] }(•]vPo]oÇ }• P šŒ}u]vš2]u]ìu v À•X(}À]v ‰Œ} o µu]vX]•‰ Œ•]}vU Á]•}]šÇU ZÇ Œ}P v]}v ŸšŒ Ÿ ŒµP•W Z À]ÁX]} Z u]•šŒÇ ííW ðìîrðìíñX

îòXŒ]v}o D š ^ŒµŒ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ]v µ Ÿ}v }(µšZÇŒ}]]•uX ^}µšZ

îóXo•u uŒ ,U µ•Z ŒIZ ^U µš]Œ D ~îìíô• ^ Œµu o µu]vX À WŒ }(•]vPo]oÇ }• P šŒ}u]vš2]u]ìu v À•X(}À]v ‰Œ} o µu]vX]•‰ Œ•]}vU Á]•}]šÇU ZÇ Œ}P v]}v ŸšŒ Ÿ ŒµP•W Z À]ÁX]} Z u]•šŒÇ ííW ðìîrðìíñX

îôXo]v ^v} Œ]v}o D š ^ŒµŒ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ]v µ Ÿ}v }(µšZÇŒ}]]•uX ^}µšZ

îõXŒ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ]v µ Ÿ}v }(µšZÇŒ}]]•uX ^}µšZ

îöX}v.Œu Ÿ}v v Œ À]•]}v }(šZ ‰Œ]u ŒÇ •ŒµŒ•]•o ŒŒ]µ•W Ç v ^/D^ v &Œ]šr& > lD^X]•u]v ‰Œ P v v ÇW

îøXŒ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ]v µ Ÿ}v }(µšZÇŒ}]]•uX ^}µšZ

îùXš ‰Z v}• ~íõõ• ŒµPr‰Œ}š]v]vš Œ WZ Œu }o}P] o •]• }(dZ Œ ‰ µŸ • ‰‰W

îúXŒ}‰ÇošZ]}µŒ]o]v šZ]v µ Ÿ}v }(µšZÇŒ}]]•uX ^}µšZ

îûXvP tU t vP zU zµ :^U >] vP zU E] <U š

}(Zµu v • Œµu o µu]v Á]šZ v}À o vŸ] Ÿ šZ yE^]v íõX :+ šX µŒŒ WZ Œu • îí
WZ Œu ^] õïW íìïõX

ðïX l}Á] Ì :ZU t Œ ' ~íõóï• Yµ v Z]vP }(Gµ}

ïõX Z vP yU >] •U W} Œ]µ D/U , P ^ ~îìíð• W Œ}Œu]vŒŸ}•šŒ(µ Œ µšŒ o Gµ šµ Ÿ}v•]v u Œ
}v•š vš• v ‹µ]o] Œ]µu }v•š vš• (}Œ •}ðµŸ}ðí‰ZX • ŒµP>
‰Œ}š]v]vš Œ Ÿ}v• Ç µošŒ (•š 8v]šÇ ÆšŒ Ÿ}vX v o Z u ôòW
òðñðròðòìX

ðð X µ Z u]v ZU E[^}µl‰} r<}••] EU dZ}u •
Œ‰ vŸ Œ ZU š oX ~îììó• W}oÇ u]v v o

ðìX l}Á] Ì :Z ~íõõõ• v ŒPÇ šŒ v•(ŒX WŒ]v µ‰]vX }](uGµ}Œ}•o vµo • ôW ïíóórïíôïX
•‰ šŒ}• }‰ÇU ^‰Œ]vP ŒU }•š}vU ‰‰W ïòóórïõðX

ðñ•Z vP z•U] :U •Z vP yWU z vP yU >]µ

ðíX]oÀ U }Œš Ì DU µvZ r •š}• :U >}µŒ} ^Z]v•šîŒ• Ÿ}vŒZÇšÁ‰ vŒ ^šµZ]w / v }À]v • Œ
]vš Œ Ÿ}v Á]šZ Zµu v v }À]v • Œµu o µ•‰vXšŒ}Æ•]}‰]> u© šíZ]ó WX : D}o ^šŒµ š ôôôW
ñïròíX

ðòX yDU Œš Œ ~íõõî• š}u] •šŒµ šµŒ

ðîX WU tµ y ~îìíñ• Z À] ÁW D}]. Ÿ}v• }(Zµ•u Œ µ•u Œ µ µ]v µ X u E vš µŒ ïñôW îìõX

© Under License of Creative Commons Attribution 3.0 License