

Supplementary Information

Structural Characterization of Protective Non-Neutralizing Antibodies targeting Crimean-Congo Hemorrhagic Fever Virus

Authors: Ian A. Durie^{1#}, Zahra R. Tehrani^{2#}, Elif Karaaslan^{3,4}, Teresa E. Sorvillo³, Jack McGuire⁴, Joseph W. Golden⁵, Stephen R. Welch³, Markus H. Kainulainen³, Jessica R. Harmon³, Jarrod J. Mousa^{6,7}, David Gonzalez⁴, Suzanne Enos¹, Iftihar Koksar⁸, Gurdal Yilmaz⁹, Hanife Nur Karakoc¹⁰, Sanaz Hamidi⁹, Cansu Albay⁹, Jessica R. Spengler³, Christina F. Spiropoulou³, Aura R. Garrison⁵, Mohammad M. Sajadi², Éric Bergeron^{1,3*}, Scott D. Pegan^{4,11*}

Affiliations:

¹*Department of Pharmaceutical and Biomedical Sciences, College of Pharmacy, University of Georgia Athens, GA, USA*

²*Division of Clinical Care and Research, Institute of Human Virology, University of Maryland School of Medicine, Baltimore, Maryland, USA*

³*Viral Special Pathogens Branch, Division of High-Consequence Pathogens and Pathology, Centers for Disease Control and Prevention, Atlanta, GA, USA*

⁴*Division of Biomedical Sciences, University of California Riverside, Riverside, California, USA*

⁵*Virology Division, United States Army Medical Research Institute of Infectious Diseases, Fort Detrick, MD, USA*

⁶*Department of Infectious Diseases, University of Georgia College of Veterinary Medicine, Athens, GA 30602, USA*

⁷*Center for Vaccines and Immunology, University of Georgia College of Veterinary Medicine, Athens, GA 30602, USA*

⁸*Department of Infectious Disease and Clinical Microbiology, Acibadem University Atakent Hospital, Istanbul Turkey*

⁹*Department of Infectious Diseases, Karadeniz Technical University School of Medicine, Trabzon, Turkey*

¹⁰*Department of Infectious Disease and Clinical Microbiology, Bitlis State Hospital, Turkey*

¹¹*Department of Chemistry & Life Science, United States Military Academy, West Point, NY, United States*

#Authors contributed equally to this work

*ebergeron@cdc.gov, _*scott.pegan@medsch.ucr.edu

Supplementary Methods

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

		$\beta 3$				$\beta 4$	$\beta 5$	$\beta 6$																																																				
		380	390	400	410	420	430																																																					
Hoti:Clade V	S	G	L	O	L	I	N	V	T	Q	H	P	A	R	I	A	E	T	P	G	P	K	T	S	L	K	T	I	N	C	I	N	L	R	A	S	V	F	K	E	H	R	E	V	E	I	N	V	L	P	Q	V	A	V	N	L	S	N	C	
Senegal: Clade I	S	G	L	O	L	I	N	V	T	Q	H	S	V	K	I	A	N	T	P	G	P	K	I	S	N	P	K	T	I	N	C	I	N	L	K	V	S	T	D	K	D	H	S	K	L	E	I	N	V	L	P	Q	V	A	V	N	L	S	N	C
Semunya: Clade II	S	G	L	O	L	I	N	V	T	Q	H	P	M	K	I	A	N	T	P	G	P	K	T	S	N	L	K	T	M	N	C	I	N	L	K	V	S	T	D	K	E	H	S	E	L	E	I	N	V	L	P	Q	V	A	V	N	L	S	N	C
IbAr10200: Clade III	S	G	L	O	L	I	N	V	T	R	H	S	T	R	I	A	D	T	P	G	P	K	T	T	N	L	K	T	I	N	C	I	N	L	K	A	S	I	F	K	E	H	R	E	V	E	I	N	V	L	P	Q	V	A	V	N	L	S	N	C
Hodzha: Clade IV	S	G	L	O	L	I	N	V	T	R	H	S	T	R	I	A	D	T	P	G	P	K	I	T	N	L	K	T	I	N	C	I	N	L	K	A	S	V	F	K	E	H	R	E	V	E	I	N	V	L	P	Q	V	A	V	N	L	S	N	C
Afg09: Clade IV	S	G	L	O	L	I	N	V	T	R	H	S	T	R	I	A	D	T	P	G	P	K	I	T	N	L	K	T	I	N	C	I	N	L	K	A	S	V	F	K	E	H	R	E	V	E	I	N	V	L	P	Q	V	A	V	N	L	S	N	C
Turkey2004: Clade V	S	G	L	O	L	I	N	V	T	Q	H	P	A	R	I	A	E	T	P	G	P	K	T	S	L	K	T	I	N	C	I	N	L	R	A	S	V	F	K	E	H	R	E	V	E	I	N	V	L	P	Q	V	A	V	N	L	S	N	C	
Pentalofos: Aigai	T	G	L	O	L	I	N	V	T	Q	H	S	A	K	I	V	N	T	P	G	P	K	Y	S	N	L	K	T	V	N	C	I	N	L	K	V	S	T	D	R	D	H	S	E	L	E	V	N	V	L	P	Q	V	A	V	N	L	S	N	C

		$\beta 7$	$\beta 8$	$\beta 9$	$\beta 10$	$\beta 11$	$\beta 12$																																																						
		440	450	460	470	480	490																																																						
Hoti:Clade V	H	V	I	N	S	H	V	C	D	Y	S	L	D	T	D	G	P	V	R	L	P	R	I	Y	H	E	G	T	F	M	P	G	T	Y	K	I	V	I	D	R	K	N	K	L	N	D	R	C	T	L	V	T	N	C	V	I	K	G	R	E	
Senegal: Clade I	H	V	L	I	E	S	H	V	C	D	Y	S	L	N	T	D	G	T	I	K	L	P	K	I	A	H	N	G	A	F	I	P	G	T	Y	K	I	V	I	D	R	K	N	K	L	N	D	R	C	A	L	T	N	C	V	I	K	G	R	E	
Semunya: Clade II	L	V	S	I	K	S	H	V	C	D	Y	S	L	D	T	D	G	A	I	R	L	P	K	V	A	Y	N	G	V	F	M	P	G	T	Y	K	I	V	I	D	R	K	N	R	L	N	D	R	C	A	L	T	N	C	V	I	K	G	R	E	
IbAr10200: Clade III	H	V	I	K	S	H	V	C	D	Y	S	L	D	I	D	G	A	V	R	L	P	H	I	Y	H	E	G	V	F	I	P	G	T	Y	K	I	V	I	D	R	K	N	K	L	N	D	R	C	T	L	F	T	D	C	V	I	K	G	R	E	
Hodzha: Clade IV	H	V	T	I	K	S	H	V	C	D	Y	S	L	D	V	D	G	T	V	R	L	P	H	I	H	E	G	T	F	I	P	G	T	Y	K	I	V	I	D	R	K	N	K	L	N	D	R	C	T	L	Y	T	N	C	V	I	K	G	R	E	
Afg09: Clade IV	H	V	A	I	K	S	H	V	C	D	Y	S	L	D	T	D	G	A	I	R	L	P	Q	I	H	E	G	T	F	I	P	G	T	Y	K	I	V	I	D	R	K	K	S	K	L	N	D	R	C	T	L	F	T	N	C	V	I	K	G	R	E
Turkey2004: Clade V	H	V	I	K	S	H	V	C	D	Y	S	L	D	T	D	G	P	V	R	L	P	H	I	Y	H	E	G	T	F	I	P	G	T	Y	K	I	V	I	D	R	K	N	K	L	N	D	R	C	I	L	V	T	N	C	V	I	K	G	R	E	
Pentalofos: Aigai	H	V	L	I	K	S	H	V	C	D	Y	S	L	D	T	D	G	M	I	R	L	P	Q	I	H	E	G	T	F	I	P	G	T	Y	K	I	V	I	D	R	K	N	K	L	N	D	R	C	T	M	T	N	C	V	I	K	G	R	E		

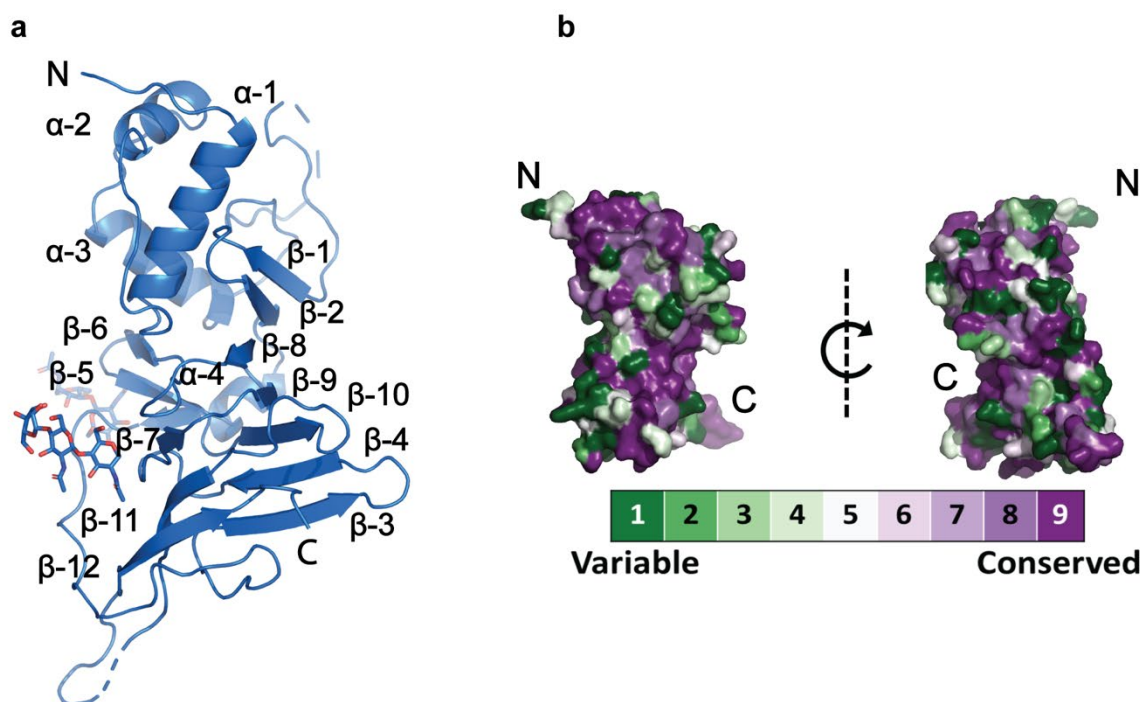
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Supplementary Fig. 1 Sequence alignment of nairovirus GP38. CCHFV: Hoti (Accession number AWX63617.1), Senegal (Accession number ABB30027.1), Semunya (Accession number AAZ94860.1), IbAr 10200 (Accession number AWX63620.1), Hodzha (Accession number AAP29978.1), Afg-09 (Accession number ADQ57289.1) Turkey2004 (Accession number ASW22359.1), and Aigai Virus: Pentalofofos (Accession number AVO00706.1). Similarity and alignment calculations were performed using Clustal Omega^{47,48}. General outline and graphic was generated using EsPript⁴⁹. Residue positions of high conservation are highlighted in Blue.

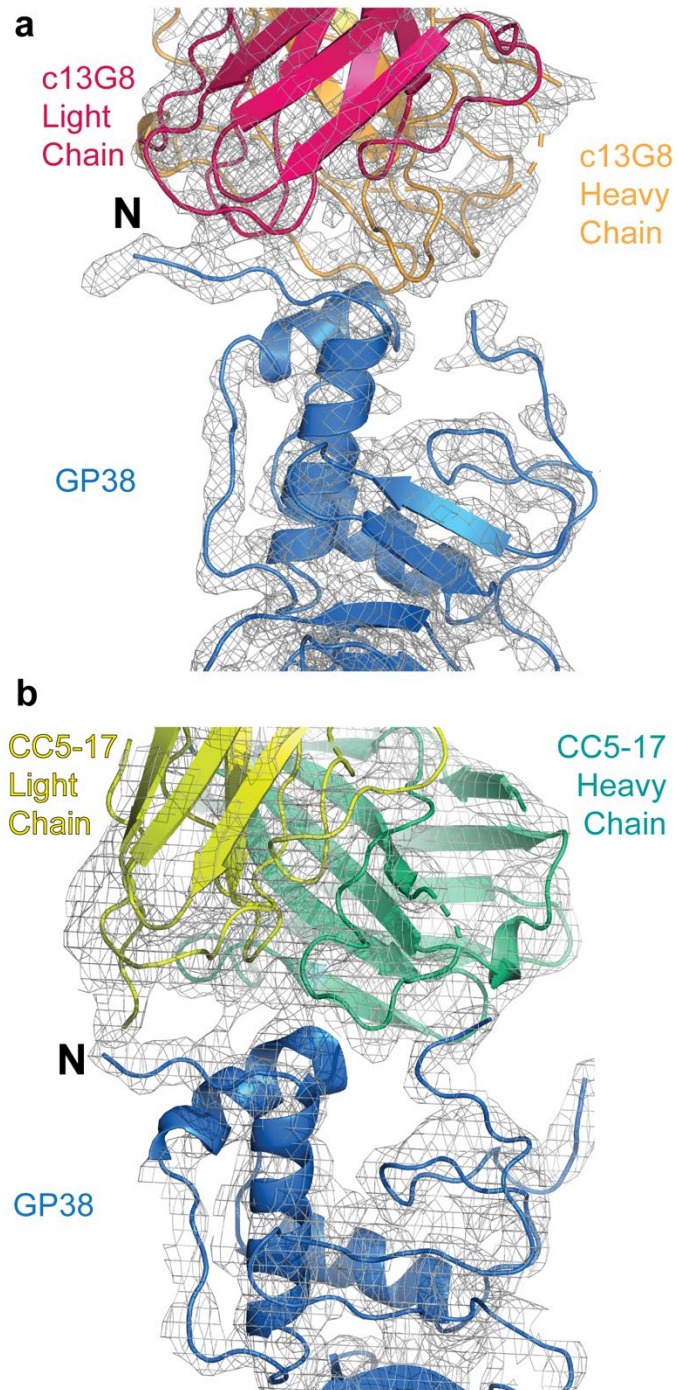
Supplementary Table 1: Data collection and refinement statistics

	GP38 Hoti	GP38 Hoti complex with 13G8 Fab	GP38 Hoti complex with CC5-17 Fab
PDB	8DC5	8DCY	8DDK
Data collection			
Space group	C ₁₂₁	P ₄ ₃ 2 ₁ 2	P ₄ ₃ 2 ₁ 2
Wavelength (Å)	1.0	1.0	1.0
Cell dimensions			
<i>a</i> , <i>b</i> , <i>c</i> (Å)	171.63 75.32 62.21	175.92 175.92 93.22	175.67 175.67 92.16
<i>a</i> , <i>b</i> , <i>g</i> (°)	90 110.411 90	90 90 90	90 90 90
Resolution (Å)	50.00-3.2 (3.26-3.2)	50.0-3.60 (3.66-3.60)	50-3.85 (3.92-3.85)
<i>R</i> _{pim} (%)	7.2 (40.8)	5.2 (55.4)	10.0 (47.9)
<i>R</i> _{merge} (%)	13.4 (79.4)	17.2 (182.9)	25.5 (128.6)
cc _{1/2}	0.98 (0.76)	1.00 (0.78)	0.88 (0.763)
<i>I</i> / <i>s</i> (<i>I</i>)	17.4 (3.6)	13.8 (8.7)	21.8 (1.0)
Completeness (%)	96.53 (93.34)	98.5 (92.1)	99.3 (98.7)
Redundancy	3.5 (3.8)	10.8 (10.2)	7.8 (6.6)
Refinement			
Resolution (Å)	29.2-3.2 (3.26-3.2)	45.1-3.62 (3.75 - 3.62)	40.81-3.86 (3.99 - 3.86)
No. reflections	11885 (1136)	17162 (1674)	13706(1303)
<i>R</i> _{work} (%)/ <i>R</i> _{free} (%)	28.8/30.5	28.1/29.9	30.5/33.5
No. atoms	3642	5109	4668
Protein	3536	5050	4545
Ligand/ion	61	56	122
Water	45	3	1
B-factors	114	184	247
Protein	114	184	246
Ligand/ion	138	173	287
Water	87	143	232
R.m.s deviations			
Bond lengths (Å)	0.004	0.006	.004
Bond angles (°)	0.72	1.42	0.76
Estimate of	0.44	0.58	0.45
Coordinate Error			

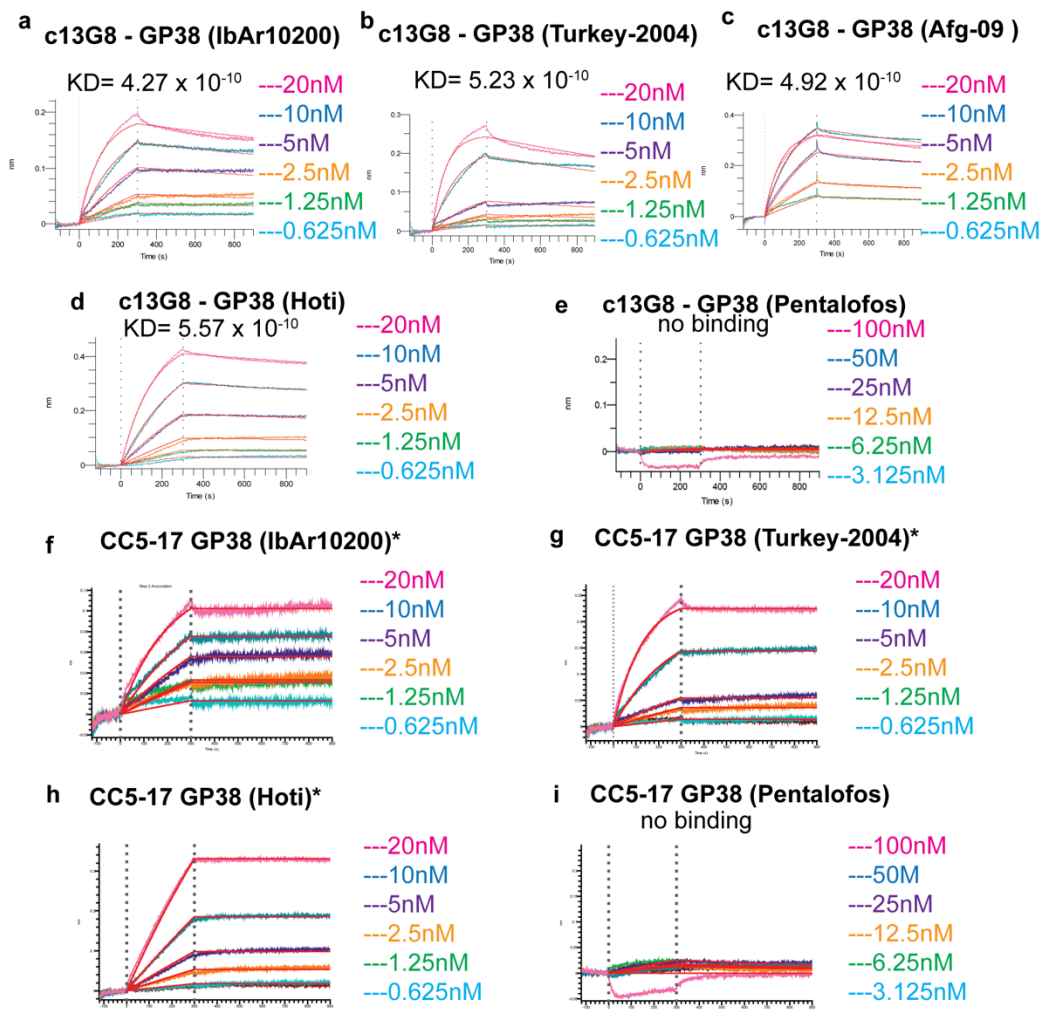
*Highest resolution shell is shown in parenthesis.



Supplementary Fig. 2 GP38 Diversity: **a**, Secondary Structure labeling of GP38 Hoti **b**, Consurf Analysis of GP38



Supplementary Fig. 3 2Fo-Fc electron density of Fab-GP38 complex interaction a. 13G8-GP38 Hoti paratope (Top) and b. CC5-17-GP38 Hoti (bottom). The 2Fo-Fc electron density map is shown in grey.



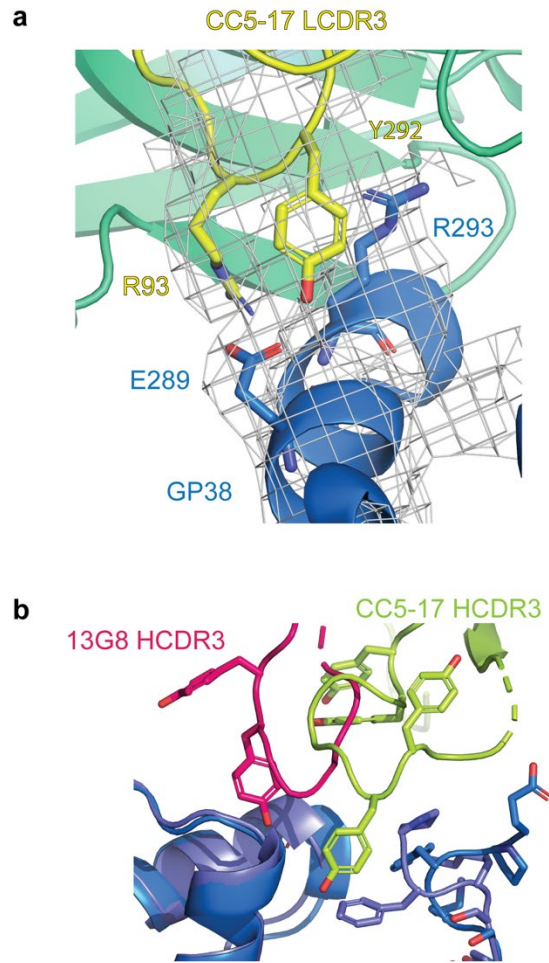
*no measurable dissociation was observed

Supplementary Fig. 4 BLI curves of c13G8 and CC5-17 binding to nairovirus GP38. a, c13G8 to IbAr10200 GP38 **b,** c13G8 to Turkey-2004 GP38 **c,** c13G8 to Afg-09 GP38 **d,** c13G8 to Hoti GP38 **e,** c13G8 to Aigai strain Pentalofos **f,** CC5-17 to IbAr10200 GP38 **g,** CC5-17 to Turkey-2004 GP38 **h,** CC5-17 to Hoti GP38 **i,** CC5-17 to Aigai strain Pentalofos GP38

Supplementary Table 2. Antibody gene usage for non-neutralizing anti-GP38 mAbs

mAb	Gene family V	Gene family D	Gene family J	CDR3 Length	%SHM
CC5-17	IGHV5-51*01	IGHD3-10*01	IGHJ4*02	23	3%
	IGKV1-39*01	-	IGKJ1*01	7	9%
CC5-16	IGHV4-31*03	IGHD3-10*01	IGHJ4*02	15	13%
	IGLV2-11*01	-	IGLJ3*02	10	12%
CC5-6	IGHV4-31*03	IGHD3-3*01	IGHJ6*02	14	14%
	IGKV1-5*03	-	IGKJ1*01	8	7%
CC5-25	IGHV3-33*01	IGHD3-9*01	IGHJ6*02	15	5%
	IGLV3-1*01	-	IGLJ3*02	11	7%
CC5-12	IGHV4-34*01	IGHD6-25*01	IGHJ4*02	10	0%
	IGLV1-47*01	-	IGLJ1*01	12	5%
CC5-14	IGHV1-69*17	IGHD3-22*01	IGHJ5*02	20	14%
	IGLV1-40*01	-	IGLJ2*01	11	3%
CC5-20	IGHV1-69D*01	N/A	IGHJ6*02	15	7%
	IGKV3-20*01	-	IGKJ1*01	9	5%

*The gene family data was extracted from IgBLAST (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/igblast/>)



Supplementary Fig. 5 Comparison of c13G8 or CC5-17 interactions with Site I on GP38. a, Interaction of the CC5-17 LCDR3 on helix 2 of GP38 Hoti. **b,** Overlay of the two structures and dominance of their HCDR3,